

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Docket No.: 50212-545

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|-------------------------|---|---------------------------|
| In re Application of | : | Customer Number: 20277 |
| | : | |
| Manabu SHIOZAKI, et al. | : | Confirmation Number: 2328 |
| | : | |
| Serial No.: 10/684,590 | : | Group Art Unit: 2872 |
| | : | |
| Filed: October 15, 2003 | : | Examiner: |
| | : | |

For: TRANSMITTED TYPE DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENT

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

Japanese Patent Application No. 2002-320481, filed November 1, 2002
and
Japanese Patent Application No. 2003-032896, filed February 10, 2003

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

Stephen A. Becker
Registration No. 26,527

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 SAB:prg
Facsimile: (202) 756-8087
Date: March 19, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

50212-545
Shiozaki et al.
10/15/2003
10/684590
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年11月 1日

出願番号
Application Number:

特願2002-320481

[ST.10/C]:

[JP2002-320481]

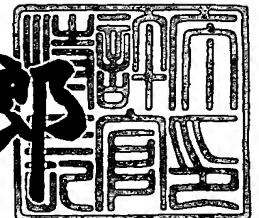
出願人
Applicant(s):

住友電気工業株式会社

2003年 4月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3027151

| | | |
|----------|-------------------|----------------------|
| 【書類名】 | 特許願 | |
| 【整理番号】 | 102Y0621 | |
| 【提出日】 | 平成14年11月 1日 | |
| 【あて先】 | 特許庁長官殿 | |
| 【国際特許分類】 | G02B 5/18 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 塩▼崎▲ 学 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 茂原 政一 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 佐野 知己 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 片山 誠 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 多久島 道子 | |
| 【発明者】 | | |
| 【住所又は居所】 | 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 | 住友電気工業株式会 社横浜製作所内 |
| 【氏名】 | 菅沼 寛 | |

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 透過型回折光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折率 n_1 を有する媒質中に配置され、屈折率 n_2 ($> n_1$) を有する透過型回折光学素子であって、

一方の境界面側に凹溝又は凸条が周期 L にて多数配列され、他方の境界面に反射防止層が設けられており、

波長 λ の光が、入射角 θ で前記いずれかの境界面から入射したときに、

$$2 \times L / \lambda \times \sin \theta = 1 \cdots (1)$$

$$n_2 / n_1 \leq 3 \times \sin \theta \cdots (2)$$

を満たし、且つ、透過 1 次回折光の TE 偏波モードにおける回折効率及び TM 偏波モードにおける回折効率が 0.8 以上であることを特徴とする透過型回折光学素子。

【請求項 2】 前記 TE 偏波モードにおける回折効率と前記 TM 偏波モードにおける回折効率との差が 0.05 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の透過型回折光学素子。

【請求項 3】 前記波長 λ を中心波長とした波長帯域 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の範囲内において、前記 TE 偏波モードにおける回折効率及び前記 TM 偏波モードにおける回折効率の最大値と最小値との差が 0.05 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の透過型回折光学素子。

【請求項 4】 前記波長 λ は、波長帯域 $1.26 \sim 1.675 \mu\text{m}$ 内の所定波長であることを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか一項に記載の透過型回折光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、透過型回折光学素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

回折光学素子は、一般に光の波長を分離・合成するために用いられる。透過型回折光学素子として、マルチレベル周期格子が設けられた回折光学素子を用い、この回折光学素子に入射する光の回折効率を厳密結合波解析法 (R i g o r o u s C o u p l e d - W a v e A n a l y s i s) (以下、RCWA法と称する) により、TE偏波モード及びTM偏波モードに分けて評価したものが知られている (例えば、非特許文献1参照)。

【0003】

【非特許文献1】

岡 恵子外2名 “厳密結合波理論 (RCWA) による波長オーダーを持つ微細回折光学素子の解析” 日本女子大学紀要 理学部 第10号 (2002)、第99頁～第107頁

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、非特許文献1に記載された透過型回折光学素子では、格子の周期 Λ が入射光の波長 λ と同程度の場合 ($\Lambda/\lambda < 4.0$)、TE偏波モードにおける回折効率は0.8以上となるものの、TM偏波モードにおける回折効率は0.8に満たず、実用的には不十分なレベルであった。

【0005】

本発明は、TE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率をより一層高めることが可能な透過型回折光学素子を得ることを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、TE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率の向上を可能とする透過型回折光学素子について鋭意研究を行った結果、以下のような事実を新たに見出した。

【0007】

透過型回折光学素子において0次回折光及び1次回折光のみが発生する条件下で、種々のパラメータを変更しながら透過型回折光学素子における回折光の回折

効率をRCWA法に基づき解析したところ、透過1次回折光のTE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率が、0.8以上となるパラメータの組み合わせが存在することを新たに見出した。

【0008】

かかる研究結果を踏まえ、本発明に係る透過型回折光学素子は、屈折率 n_1 を有する媒質中に配置され、屈折率 n_2 ($>n_1$) を有する透過型回折光学素子であって、一方の境界面側に凹溝又は凸条が周期 L にて多数配列され、他方の境界面に反射防止層が設けられており、波長 λ の光が、入射角 θ でいずれかの境界面から入射したときに、

$$2 \times L / \lambda \times \sin \theta = 1 \cdots (1)$$

$$n_2 / n_1 \leq 3 \times \sin \theta \cdots (2)$$

を満たし、且つ、透過1次回折光のTE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率が0.8以上であることを特徴としている。

【0009】

また、TE偏波モードにおける回折効率とTM偏波モードにおける回折効率との差が0.05以下であることが望ましい。この場合、TE偏波モードにおける回折効率とTM偏波モードにおける回折効率とが実質的に等しくなる。

【0010】

また、波長 λ を中心波長とした波長帯域 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の範囲内において、TE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率の最大値と最小値との差が0.05以下であることが望ましい。この場合、 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の波長帯域において、実質的に均一な回折効率が得られる。

【0011】

また、波長 λ は、波長帯域 $1.26 \sim 1.675 \mu\text{m}$ 内の所定波長であることが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について適宜図面を参照して説明する。まず、図1に基づいて本実施形態の透過型回折光学素子10の構成を説明する。図1は、本実

施形態の透過型回折光学素子 1 0 の断面構成を示す概略図である。透過型回折光学素子 1 0 は、屈折率が n_2 の材料（例えば、ガラス、半導体、有機材料等）で形成され、屈折率が n_1 ($< n_2$) の媒質（例えば、真空、大気等の気体、液体、有機材料等）中に配置されている。

【 0 0 1 3 】

透過型回折光学素子 1 0 の一方の境界面 1 0 a 側には、凸条 2 0 が周期 L にて多数配列されている。この凸条 2 0 は、その断面形状が高さ H 、幅 W の矩形となっている。透過型回折光学素子 1 0 の他方の境界面 1 0 b（上記一方の境界面 1 0 a の裏面）には反射防止層（以下、AR 層と称する）3 0 が成膜されて設けられている。

【 0 0 1 4 】

この透過型回折光学素子 1 0 に、一方の境界面 1 0 a 側から波長 λ の光 L_1 が入射角 θ で入射するとする。このとき、AR 層 3 0 に対して回折光が複数の入射角で入射すると、AR 層 3 0 は、予め設定された一つの入射角で入射した回折光のみの反射を防止するので、これ以外に入射角で AR 層 3 0 に入射した回折光は、AR 層 3 0 で反射され、境界面 1 0 a、1 0 b の間で多重反射を生じ、回折効率に悪影響を及ぼす。そのため、AR 層 3 0 での反射防止性を維持するためには次に示すような 2 条件が必要となる。

【 0 0 1 5 】

まず、AR 層 3 0 での反射防止性を維持するためには、0 次回折光 L_{20} と 1 次回折光 L_{21} の回折角が等しくなることが必要であり、そのための条件は (1) 式で与えられる。

$$2 \times L / \lambda \times \sin \theta = 1 \cdots (1)$$

【 0 0 1 6 】

さらに、AR 層 3 0 での反射防止性を維持するためには、屈折率が n_2 の透過型回折光学素子 1 0 中において、0 次回折光 L_{20} と 1 次回折光 L_{21} 以外の高次の回折光が発生しないことが必要であり、そのための条件は (2) 式で与えられる。

$$n_2 / n_1 \leq 3 \times \sin \theta \cdots (2)$$

【0017】

ここで、(2) 式を満たす最大屈折率比率 (n_2/n_1) を入射角 θ 毎に表 1 に示す。

【0018】

【表 1】

| 入射角 θ (deg) | 最大屈折率比率 (n_2/n_1) | 入射角 θ (deg) | 最大屈折率比率 (n_2/n_1) |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 20 | 1.026 | 55 | 2.457 |
| 25 | 1.268 | 60 | 2.598 |
| 30 | 1.500 | 65 | 2.719 |
| 35 | 1.721 | 70 | 2.819 |
| 40 | 1.928 | 75 | 2.898 |
| 45 | 2.121 | 80 | 2.954 |
| 50 | 2.298 | | |

【0019】

(1) 式及び (2) 式を満たすように θ 、 n_2/n_1 及び L/λ を調整することにより、透過型回折光学素子 10 に光 L_1 が入射した際に、反射 0 次回折光 (不図示)、反射 1 次回折光 (不図示)、透過 0 次回折光 L_{30} 及び透過 1 次回折光 L_{31} のみが発生することとなり、AR 層 30 での反射防止性が維持される。

【0020】

本発明者らは、このような透過型回折光学素子 10 を用い、(1) 式、(2) 式を満たす条件下で、RCWA 法によるシミュレーションを行い、透過 1 次回折光 L_{31} の TE 偏波モードにおける回折効率及び TM 偏波モードにおける回折効率を求めた。

【0021】

RCWA 法のシミュレーションに用いるパラメータとして、入射角 θ 、透過型回折光学素子 10 と媒質との屈折率の比率 n_2/n_1 、凸条 20 の高さ H と光 L_1 の波長との比率 H/λ 及び凸条 20 の幅と周期との比率 W/L を選定した。

【0022】

ここで、 n_2/n_1 、 W/L 及び H/λ は回折効率に密接な関係を有する。 n

$2/n_1$ 及び W/L を変更することで、凸条 20 が形成された領域に入射光が入射した後の光の分布を制御できる。また、 H/λ を変更することで、凸条 20 が形成された領域に入射光が入射した後の光の位相を制御できる。

【0023】

また、入射角 θ は、波長 λ の分離・合成性能に密接な関係を有している。入射角 θ が大きくなるほど波長 λ の分離・合成性能が大きくなる。このことより、入射角 θ は、必要な波長分離・合成性能に合わせて適当に設定されればよい。

【0024】

また、波長 λ に関しては、透過型回折光学素子 10 の長さの次元を持つパラメータ (L, H, W) と相似則が成り立つ。例えば、波長 λ が 2 倍となった場合に、 L, H, W を 2 倍すれば、回折効率は変化しない。そこで、本実施形態においては、長さの次元を有する凸条 20 の高さ H を波長 λ にて規格化して（除して）用いている。

ここで、波長 λ は、 $1.26 \sim 1.675 \mu\text{m}$ であることが好ましい。波長 λ がこの範囲であれば、透過型回折光学素子 10 を光通信における波長分離素子として好適に用いることが可能となる。

【0025】

以下にこのシミュレーションの詳細を記す。尚、以下のシミュレーションにおいては、任意の値 X, Y, Z, \dots の中から最小値を出力する演算を $\min(X, Y, Z, \dots)$ と記述し、任意の値 X, Y, Z, \dots の中から最大値を出力する演算を $\max(X, Y, Z, \dots)$ と記述する。

【0026】

(シミュレーション A)

シミュレーション A においては、各パラメータ ($n_2/n_1, H/\lambda, W/L, \theta$) を次に示すように変更して、RCWA法を用いてシミュレーションを行い、透過 1 次回折光 L_{31} の TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を求めた。

$n_2/n_1 = 1.05 \sim 3.00$ (0.05 間隔)

$H/\lambda = 0 \sim 5.00$ (0.05 間隔)

$W/L = 0 \sim 1.00$ (0.02 間隔)

$\theta = 25 \sim 80^\circ$ (5° 間隔)

【0027】

そして、(1) 式及び (2) 式を満たすパラメータの範囲において、 η_{TE} と η_{TM} とが 0.8 以上となるパラメータの組み合わせを求めた。その結果の一部を図 2 ～ 図 6 に回折効率のコンター図として示す。

【0028】

これらの図面において、縦軸は W/L ($0 \sim 1.00$) である。この縦軸においては上端が $W/L = 0$ を示し、下端が $W/L = 1.00$ を示している。また、横軸は H/λ ($0 \sim 5.00$) である。この横軸において、左端が $H/\lambda = 0$ を示し、右端は $H/\lambda = 5.00$ を示している。さらに、図面の下部に記載された数値は、左側が入射角 θ を、右側が n_2/n_1 の値を示している。

【0029】

図 2 ～ 図 4 は、 θ を 50° として n_2/n_1 を 1.05 から 2.25 まで 0.20 間隔で変更した場合の η_{TE} と η_{TM} とのコンター図である。図中の白色で表される部分（以下、白色部と称する）は、 η_{TE} と η_{TM} とが 0.8 以上となった領域を示している。つまり、図中の白色部は、 $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ という条件を満たしている。一方、図中のハッチングを付した部分（以下、斜線部と称する）は、 $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ という条件を満たしていない。

【0030】

また、図 5 ～ 図 6 は、 n_2/n_1 を 1.45 に固定して、 θ を 30° から 80° まで 10° 間隔で変更した場合の η_{TE} と η_{TM} とのコンター図である。図の白色部は $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ を満たす領域である。

【0031】

図 2 ～ 図 6 に示した以外のパラメータ (n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ) の組み合わせについても、(1) 式及び (2) 式を満たす条件下で、 η_{TE} と η_{TM} とが 0.8 以上となる領域が存在している。これらの領域において、 $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM})$ が最大値を取る際の各パラメータ n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ の値及び η_{TE} 、 η_{TM} の値を図 7 ～ 図 10 に示した。

【0032】

このように、シミュレーションAでは、透過1次回折光 L_{31} のTE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率が0.8以上となるパラメータの組み合わせを見出した。

【0033】

(シミュレーションB)

シミュレーションBでは、シミュレーションAにおける $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ の条件に更に η_{TE} と η_{TM} との回折効率の差が0.05以下となる条件を加えて、これらの両条件を満たすパラメータ(n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ)の組み合わせを求めた。具体的には、 $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}| \leq 0.05$ となるパラメータの組み合わせをシミュレーションAと同じパラメータ範囲で調査した。その結果の一部を図11～図15に回折効率のコンター図として示す。

【0034】

図11～図13は、 θ を 50° として n_2/n_1 を1.05から2.25まで0.20間隔で変更した場合の η_{TE} と η_{TM} とのコンター図である。図中の白色部は、 $\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}| \leq 0.05$ を満たした領域を示している。一方、図中の斜線部は、上記条件($\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}| \leq 0.05$)を満たさなかった領域を示している。

【0035】

また、図14～図15は、 n_2/n_1 を1.45に固定して、 θ を 30° から 80° まで 10° 間隔で変更した場合の η_{TE} と η_{TM} とのコンター図である。図中の白色部は上記条件($\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}| \leq 0.05$)を満たした領域を示している。

【0036】

図11～図15に示した以外のパラメータ(n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ)の組み合わせについても、(1)式及び(2)式を満たす条件下で、上記条件($\min(\eta_{TE}, \eta_{TM}) \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}| \leq 0.05$)を満足す

る領域が存在している。これらの領域中で、 $\max(1 - \min(\eta_{TE}, \eta_{TM}), 4 \times |\eta_{TE} - \eta_{TM}|)$ が最小値を取る際の各パラメータ n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ の値及び η_{TE} 、 η_{TM} の値を図15～19に示した。

【0037】

ここで、 $|\eta_{TE} - \eta_{TM}|$ に乗ぜられている係数“4”は、“ $|\eta_{TE} - \eta_{TM}|$ ” の値 (0～0.05) を “ $1 - \min(\eta_{TE}, \eta_{TM})$ ” の値 (0～0.2) と同範囲 (0～0.2) に変換し、両者を比較可能とするためのものである。

【0038】

このように、シミュレーションBでは、透過1次回折光 L_{31} におけるTE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率が0.8以上であって、両モードにおける回折効率の差が0.05以下となるパラメータの組み合わせを見出した。

【0039】

例えば、この透過型回折光学素子10を光通信システムの構成部品（例えば、分波器や合波器）として用いる場合、回折効率すなわち、透過型回折光学素子10における光損失の偏波依存性が小さくなるため、あらゆる偏波に対し、通信エラーを低減できる。

【0040】

(シミュレーションC)

シミュレーションCでは、パラメータ (n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ) をシミュレーションAと同様に変更した。更に、光 L_1 が、波長 λ を中心波長として $\lambda \pm 0.016\lambda$ の波長帯域を有するものとして、RCWA法を用いてシミュレーションを行い透過1次回折光 L_{31} のTE偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及びTM偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を求めた。

【0041】

$\eta_{TE1} \sim \eta_{TE33}$ 及び $\eta_{TM1} \sim \eta_{TM33}$ は、この波長帯域 ($\lambda - 0.016\lambda \sim \lambda + 0.016\lambda$) において、波長 λ を 0.001λ ずつ変更することで得られたそれぞれ33個の値である。そして、これらの値 ($\eta_{TE1} \sim \eta_{TE33}$ 及び $\eta_{TM1} \sim \eta_{TM33}$) の最大値 η_{\max} と最小値 η_{\min} を求めた。ここで、最小値 η_{\min} は、 \min (

$\eta_{TE1}, \eta_{TE2}, \dots, \eta_{TE33}, \eta_{TM1}, \eta_{TM2}, \dots, \eta_{TM33}$ で与えられ、
 最大値 η_{\max} は、 $\max(\eta_{TE1}, \eta_{TE2}, \dots, \eta_{TE33}, \eta_{TM1}, \eta_{TM2}, \dots, \eta_{TM33})$ で与えられる。

【0042】

更に、(1) 式及び (2) 式を満たすパラメータの範囲において、 η_{\min} が 0.8 以上となり ($\eta_{\min} \geq 0.8$)、且つ、 η_{\max} と η_{\min} との差が 0.05 以下となる ($|\eta_{\max} - \eta_{\min}| \leq 0.05$) パラメータの組み合わせを調査した。その結果の一部を図 20～図 24 に回折効率のコンター図として示す。

【0043】

図 20～図 22 は、 θ を 50° に固定するとともに、光 L1 が、波長 λ を中心波長として $\lambda \pm 0.016\lambda$ の波長帯域を有するものとし、且つ、 n_2/n_1 を 1.05 から 2.25 まで 0.20 間隔で変更した場合の η_{\min} と η_{\max} とのコンター図である。図中の白色部は、 $\eta_{\min} \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{\max} - \eta_{\min}| \leq 0.05$ を満たした領域を示している。一方、図中の斜線部は、上記条件 ($\eta_{\min} \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{\max} - \eta_{\min}| \leq 0.05$) を満たさなかった領域を示している。

【0044】

また、図 23～図 24 は、 n_2/n_1 を 1.45 に固定して、光 L1 が、波長 λ を中心波長として $\lambda \pm 0.016\lambda$ の波長帯域を有するものとし、且つ、 θ を 30° から 80° まで 10° 間隔で変更した場合の η_{\min} と η_{\max} とのコンター図である。図中の白色部は上記条件 ($\eta_{\min} \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{\max} - \eta_{\min}| \leq 0.05$) を満たした領域を示している。

【0045】

図 20～図 24 に示した以外のパラメータ (n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ) の組み合わせについても、(1) 式及び (2) 式を満たす条件下で、上記条件 ($\eta_{\min} \geq 0.8$ 、且つ、 $|\eta_{\max} - \eta_{\min}| \leq 0.05$) を満足する領域が存在している。これらの領域中で、 $\max(1 - \eta_{\min}, 4 \times |\eta_{\max} - \eta_{\min}|)$ が、最小値を取る際の各パラメータ n_2/n_1 、 H/λ 、 W/L 、 θ の値及び η_{\min} 、 η_{\max} の値を図 25～26 に示した。

【0046】

ここで、 $|\eta_{\max} - \eta_{\min}|$ に乗ぜられている係数“4”は、“ $|\eta_{\max} - \eta_{\min}|$ ”の値（0～0.05）を“ $1 - \eta_{\min}$ ”の値（0～0.2）と同範囲（0～0.2）に変換し、両者を比較可能とするためのものである。

【0047】

このようにシミュレーションCでは、TE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率が0.8以上であって、波長 λ を中心波長とした波長帯域 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の範囲内において、TE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率の最大値と最小値との差が0.05以下となる透過型回折光学素子10の設計条件（パラメータの組み合わせ）を見出した。

【0048】

表2には、No. 8（図25）とNo. 55（図26）における全回折光の回折効率を示す。

【0049】

【表2】

| | 偏波 | 回折効率 | | | | |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 反射0次 | 反射1次 | 透過0次 | 透過1次 | 合計 |
| No. 8 | TE | 0.016 | 0.007 | 0.001 | 0.976 | 1.000 |
| | TM | 0.012 | 0.006 | 0.000 | 0.982 | 1.000 |
| No. 55 | TE | 0.065 | 0.027 | 0.012 | 0.896 | 1.000 |
| | TM | 0.002 | 0.052 | 0.048 | 0.898 | 1.000 |

【0050】

表2に示したように、本実施形態の透過型回折光学素子10は、パラメータ（ θ 、 n_2/n_1 、 L/λ ）を（1）式及び（2）式を満たすように設定しているので、反射0次回折光、反射1次回折光、透過0次回折光 $L3_0$ 及び透過1次回折光 $L3_1$ 以外の高次の回折光が発生しない。

【0051】

また、図27（a）には、No. 8（図25）における、 η_{TE} と波長との関係

、及び、 η_{TM} と波長との関係を示した。図の縦軸は、回折効率を示し、図の横軸は、光L1の波長を示している。本図においては、波長を±4%の範囲で変更して、回折効率を求めている。破線で示した範囲は、波長 λ を中心波長とした波長帯域 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の範囲である。この範囲内($\lambda - 0.016\lambda \sim \lambda + 0.016\lambda$)において、 η_{TE} 及び η_{TM} は0.8以上であり、 η_{max} と η_{min} の回折効率の差は0.05以下である。

【0052】

同様に、図27(b)には、No. 55(図26)における、 η_{TE} と波長との関係、及び、 η_{TM} と波長との関係を示した。波長 λ を中心波長とした波長帯域 $\lambda \pm 0.016\lambda$ の範囲内において、 η_{TE} 及び η_{TM} は0.8以上であり、 η_{max} と η_{min} の回折効率の差は0.05以下である。

【0053】

例えば、この透過型回折光学素子10を光通信システムに組み込む場合、回折効率すなわち透過型回折光学素子10における光損失の偏波依存性及び波長依存性が小さくなるため、あらゆる偏波及び波長帯域内の波長に対し通信エラーを低減できる。

また、この透過型回折格子10を用いることにより、国際規格(ITU)で定められた波長帯域であるC-band(波長1.53~1.565 μm)を全域、L-band(波長1.565~1.625 μm)の85%をカバーすることができる。

【0054】

シミュレーションA~Cより明らかなように、本実施形態の透過型回折光学素子10においては、透過1次回折光L3₁のTE偏波モードにおける回折効率及びTM偏波モードにおける回折効率を0.8以上にまで高めることが可能となるとともに、透過型回折光学素子10の偏波依存性及び波長依存性を低減することができる。

【0055】

非特許文献1にも触れられているが、RCWA法とは、1次元透過型回折格子の設計・評価に用いられる理論の一つである。格子の周期が入射光の波長よりも

十分に大きい場合には、スカラー波近似の理論が成り立つが、格子の周期が入射光の波長に近づくと、スカラー波近似が成り立たなくなり、入射光をベクトル波として取り扱う必要が生じる。RCWA法は、周期構造を深さ方向にスライスして、各層における結合波方程式を作り、連続条件を付加して、入射／反射領域、透過領域、出射領域におけるそれぞれの解を求めるものである。

【 0 0 5 6 】

尚、本実施形態においては、光 L 1 は、透過型回折光学素子 1 0 の一方の境界面 1 0 a 側（凸条 2 0 が設けられている側）から入射しているが、光 L 1 が透過型回折光学素子 1 0 の他方の境界面 1 0 b 側（A R 層 3 0 が成膜されている側）から入射しても同様の効果が得られる。

【 0 0 5 7 】

尚、本実施形態の透過型回折光学素子 1 0 においては、一方の境界面 1 0 a 側に凸条 2 0 を設けているが、凸条 2 0 の代わりに凹溝を設けても構わない。

【 0 0 5 8 】

【発明の効果】

本発明においては、T E 偏波モードにおける回折効率及び T M 偏波モードにおける回折効率を 0. 8 以上にまで高めることが可能な透過型回折光学素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る透過型回折光学素子の断面構成を示す概略図である。

【図 2】

(a) ～ (c) は、シミュレーション A の結果を示すコンター図である。

【図 3】

(a) ～ (c) は、シミュレーション A の結果を示すコンター図である。

【図 4】

シミュレーション A の結果を示すコンター図である。

【図 5】

(a) ～ (c) は、シミュレーション A の結果を示すコンター図である。

【図 6】

(a) ~ (c) は、シミュレーション A の結果を示すコンター図である。

【図 7】

シミュレーション A により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 8】

シミュレーション A により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 9】

シミュレーション A により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 10】

シミュレーション A により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 11】

(a) ~ (c) は、シミュレーション B の結果を示すコンター図である。

【図 12】

(a) ~ (c) は、シミュレーション B の結果を示すコンター図である。

【図 13】

シミュレーション B の結果を示すコンター図である。

【図 14】

(a) ~ (c) は、シミュレーション B の結果を示すコンター図である。

【図 15】

(a) ~ (c) は、シミュレーション B の結果を示すコンター図である。

【図 16】

シミュレーション B により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 17】

シミュレーション B により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び

TM偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 1 8】

シミュレーション B により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 1 9】

シミュレーション B により得られた TE 偏波モードにおける回折効率 η_{TE} 及び TM 偏波モードにおける回折効率 η_{TM} を示す図表である。

【図 2 0】

(a) ~ (c) は、シミュレーション C の結果を示すコンター図である。

【図 2 1】

(a) ~ (c) は、シミュレーション C の結果を示すコンター図である。

【図 2 2】

シミュレーション C の結果を示すコンター図である。

【図 2 3】

(a) ~ (c) は、シミュレーション C の結果を示すコンター図である。

【図 2 4】

(a) ~ (c) は、シミュレーション C の結果を示すコンター図である。

【図 2 5】

シミュレーション C により得られた回折効率の最大値 η_{max} 及び回折効率の最小値 η_{min} を示す図表である。

【図 2 6】

シミュレーション C により得られた回折効率の最大値 η_{max} 及び回折効率の最小値 η_{min} を示す図表である。

【図 2 7】

(a) は、シミュレーション C における No. 8 の η_{TE} , η_{TM} と波長との関係を示すグラフであり、(b) は、シミュレーション C における No. 55 の η_{TE} , η_{TM} と波長との関係を示すグラフである。

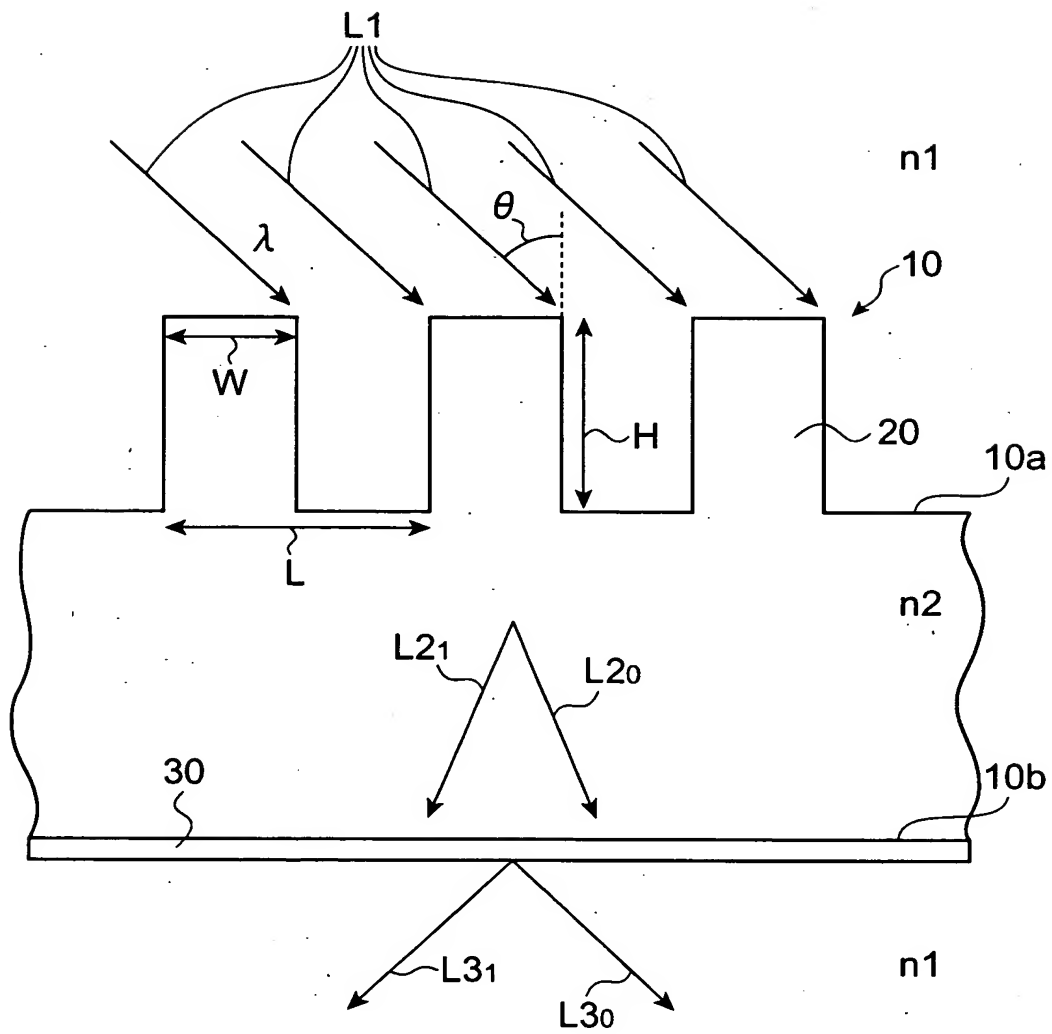
【符号の説明】

1 0 . . . 透過型回折光学素子、1 0 a . . . 一方の境界面、1 0 b . . . 他

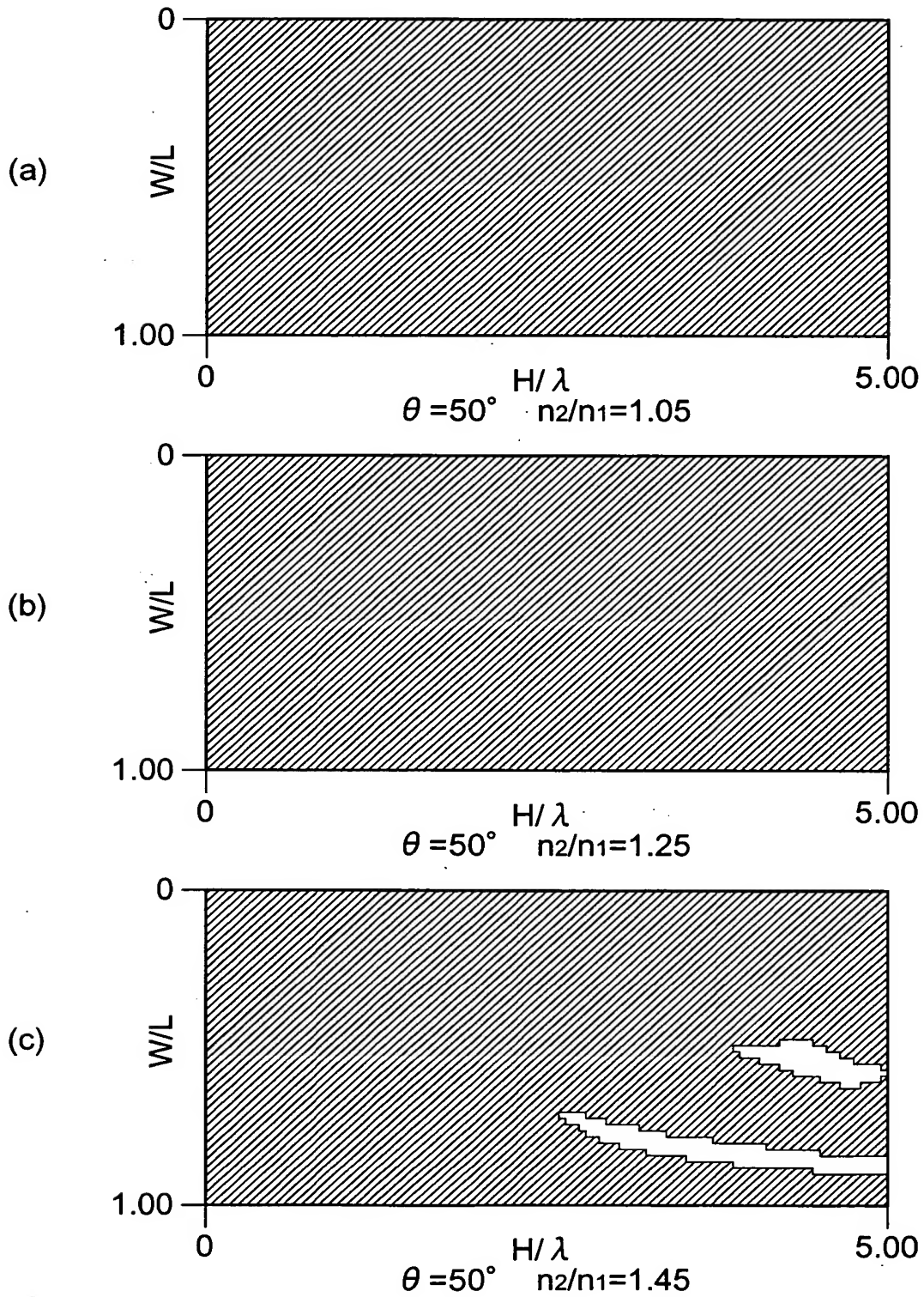
方の境界面、20・・・凸条、30・・・反射防止層。

【書類名】 図面

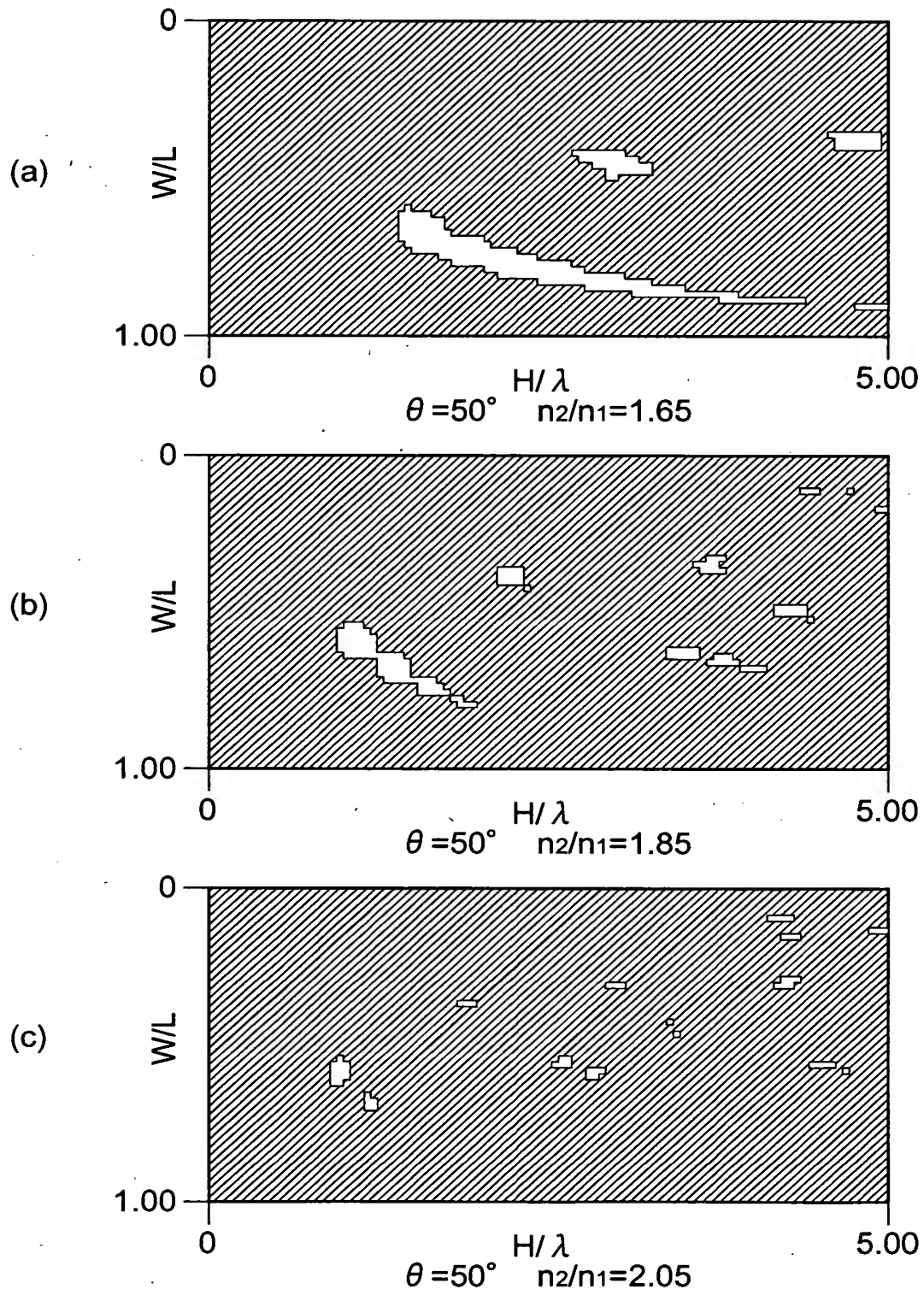
【図 1】



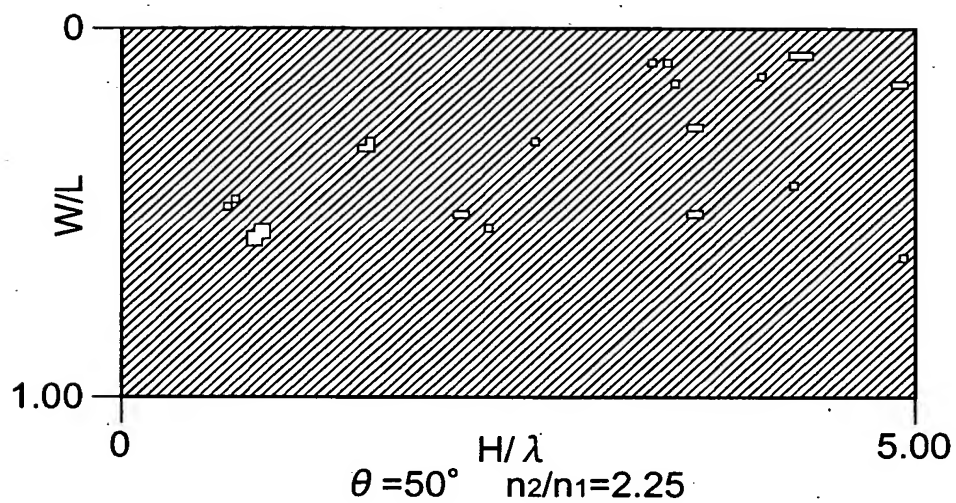
【図 2】



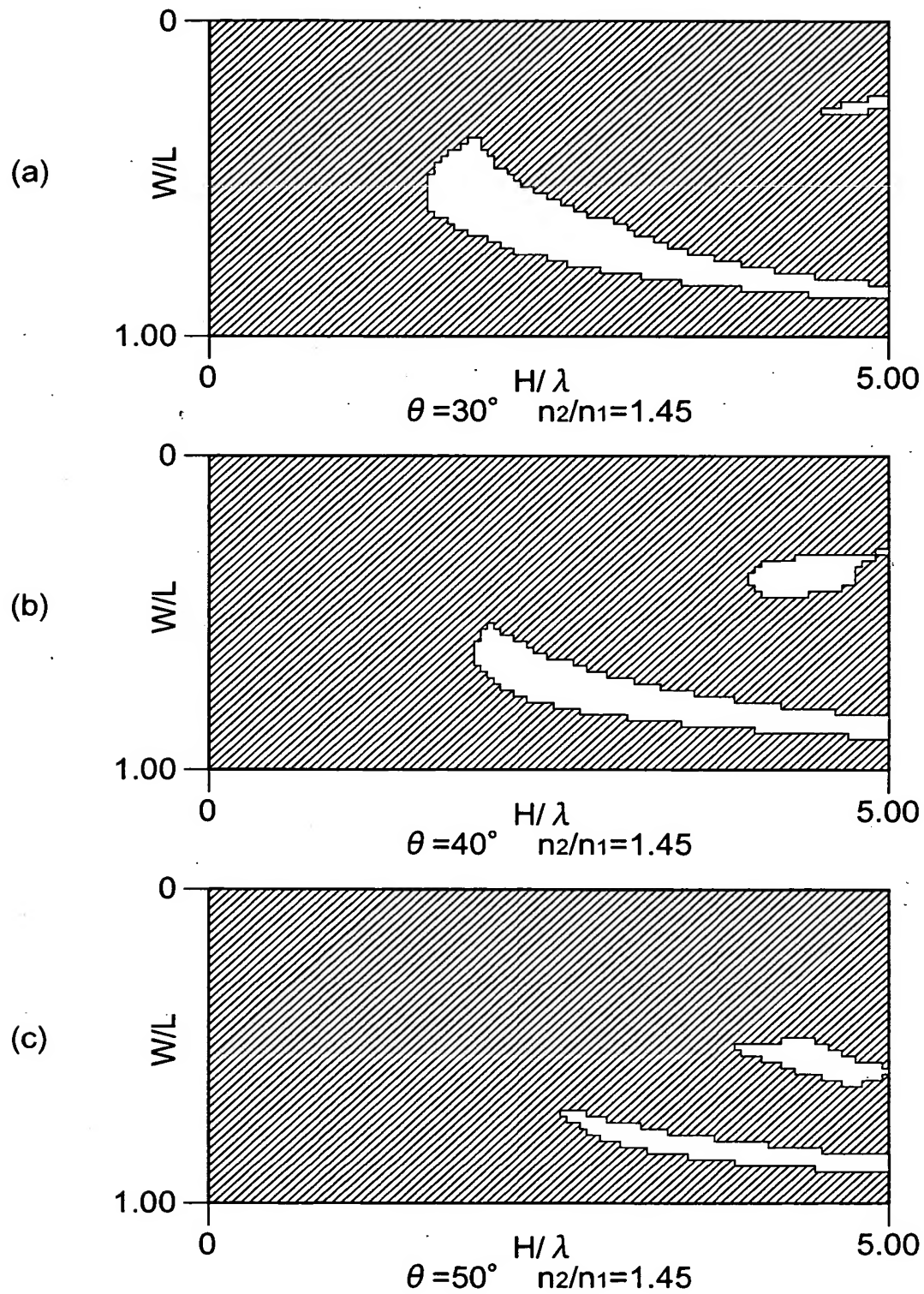
【図 3】



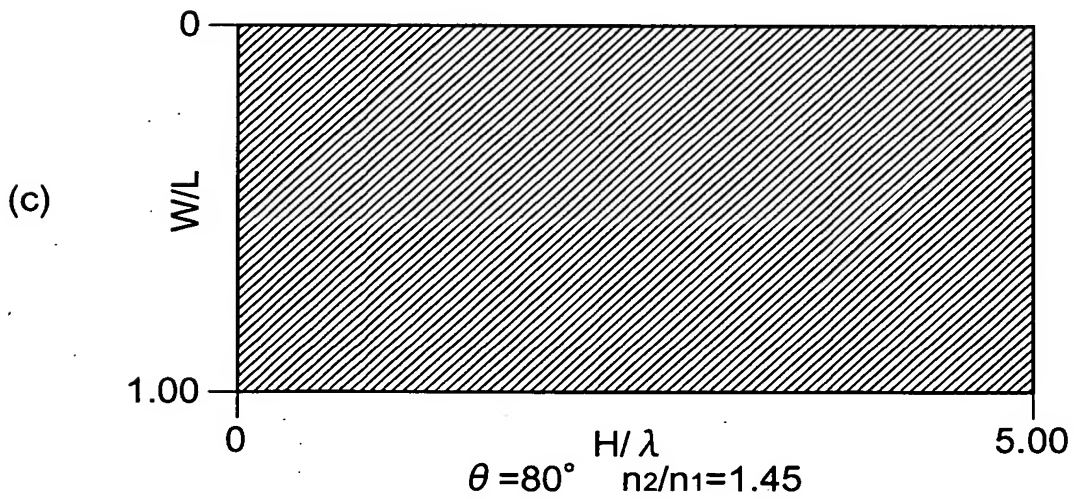
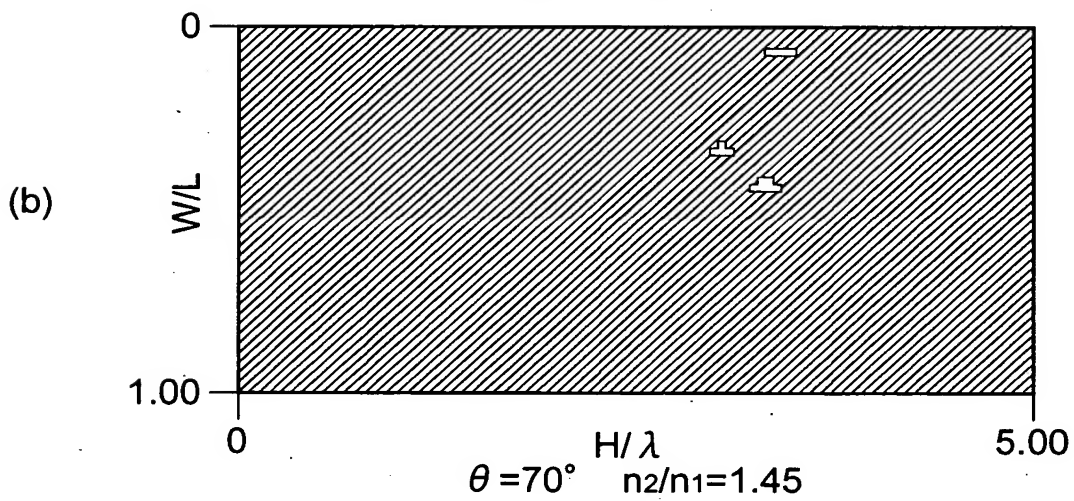
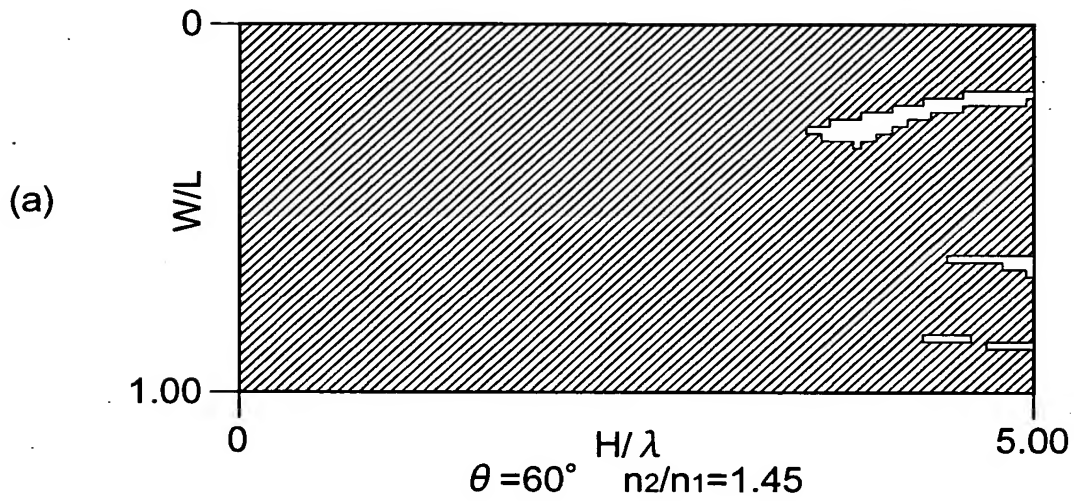
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 1 | 25 | 1.150 | 5.000 | 0.520 | 0.997 | 0.826 |
| 2 | 25 | 1.200 | 4.800 | 0.620 | 0.973 | 0.974 |
| 3 | 25 | 1.250 | 4.500 | 0.700 | 0.992 | 0.990 |
| 4 | 30 | 1.200 | 5.000 | 0.640 | 0.924 | 0.929 |
| 5 | 30 | 1.250 | 4.700 | 0.720 | 0.973 | 0.973 |
| 6 | 30 | 1.300 | 4.400 | 0.760 | 0.985 | 0.989 |
| 7 | 30 | 1.350 | 3.400 | 0.720 | 0.983 | 0.988 |
| 8 | 30 | 1.400 | 2.550 | 0.640 | 0.980 | 0.983 |
| 9 | 30 | 1.450 | 2.400 | 0.660 | 0.976 | 0.982 |
| 10 | 30 | 1.500 | 1.950 | 0.600 | 0.974 | 0.977 |
| 11 | 35 | 1.200 | 4.950 | 0.620 | 0.815 | 0.811 |
| 12 | 35 | 1.250 | 5.000 | 0.740 | 0.923 | 0.929 |
| 13 | 35 | 1.300 | 5.000 | 0.800 | 0.974 | 0.973 |
| 14 | 35 | 1.350 | 4.300 | 0.800 | 0.976 | 0.987 |
| 15 | 35 | 1.400 | 2.950 | 0.720 | 0.973 | 0.979 |
| 16 | 35 | 1.450 | 2.450 | 0.700 | 0.971 | 0.975 |
| 17 | 35 | 1.500 | 2.000 | 0.640 | 0.969 | 0.970 |
| 18 | 35 | 1.550 | 1.950 | 0.660 | 0.962 | 0.978 |
| 19 | 35 | 1.600 | 1.550 | 0.580 | 0.964 | 0.962 |
| 20 | 35 | 1.650 | 1.500 | 0.580 | 0.959 | 0.969 |
| 21 | 35 | 1.700 | 1.450 | 0.580 | 0.952 | 0.955 |
| 22 | 40 | 1.250 | 4.850 | 0.720 | 0.816 | 0.815 |
| 23 | 40 | 1.300 | 4.750 | 0.780 | 0.922 | 0.916 |
| 24 | 40 | 1.350 | 4.950 | 0.840 | 0.962 | 0.957 |
| 25 | 40 | 1.400 | 3.450 | 0.780 | 0.964 | 0.967 |
| 26 | 40 | 1.450 | 4.450 | 0.380 | 0.965 | 0.984 |
| 27 | 40 | 1.500 | 3.950 | 0.360 | 0.962 | 0.979 |
| 28 | 40 | 1.550 | 1.950 | 0.680 | 0.953 | 0.971 |
| 29 | 40 | 1.600 | 3.300 | 0.340 | 0.952 | 0.977 |
| 30 | 40 | 1.650 | 1.500 | 0.620 | 0.949 | 0.962 |
| 31 | 40 | 1.700 | 1.450 | 0.620 | 0.943 | 0.970 |
| 32 | 40 | 1.750 | 3.950 | 0.600 | 0.940 | 0.957 |
| 33 | 40 | 1.800 | 1.350 | 0.620 | 0.930 | 0.934 |
| 34 | 40 | 1.850 | 1.050 | 0.520 | 0.935 | 0.939 |
| 35 | 40 | 1.900 | 1.000 | 0.520 | 0.929 | 0.949 |
| 36 | 45 | 1.300 | 4.900 | 0.780 | 0.816 | 0.822 |
| 37 | 45 | 1.350 | 4.750 | 0.820 | 0.910 | 0.912 |
| 38 | 45 | 1.400 | 5.000 | 0.500 | 0.960 | 0.977 |
| 39 | 45 | 1.450 | 4.400 | 0.480 | 0.964 | 0.965 |
| 40 | 45 | 1.500 | 3.900 | 0.440 | 0.960 | 0.987 |
| 41 | 45 | 1.550 | 2.050 | 0.720 | 0.938 | 0.940 |
| 42 | 45 | 1.600 | 3.250 | 0.420 | 0.952 | 0.967 |
| 43 | 45 | 1.650 | 1.550 | 0.660 | 0.935 | 0.939 |

【図 8】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 44 | 45 | 1.700 | 2.750 | 0.360 | 0.937 | 0.937 |
| 45 | 45 | 1.750 | 4.850 | 0.480 | 0.940 | 0.942 |
| 46 | 45 | 1.800 | 4.100 | 0.300 | 0.919 | 0.927 |
| 47 | 45 | 1.850 | 1.050 | 0.560 | 0.922 | 0.922 |
| 48 | 45 | 1.900 | 1.050 | 0.560 | 0.912 | 0.945 |
| 49 | 45 | 1.950 | 1.000 | 0.560 | 0.910 | 0.954 |
| 50 | 45 | 2.000 | 4.650 | 0.360 | 0.905 | 0.951 |
| 51 | 45 | 2.050 | 2.600 | 0.520 | 0.901 | 0.912 |
| 52 | 45 | 2.100 | 0.900 | 0.540 | 0.889 | 0.924 |
| 53 | 50 | 1.350 | 4.900 | 0.820 | 0.829 | 0.825 |
| 54 | 50 | 1.400 | 5.000 | 0.560 | 0.940 | 0.983 |
| 55 | 50 | 1.450 | 4.450 | 0.540 | 0.958 | 0.996 |
| 56 | 50 | 1.500 | 3.900 | 0.500 | 0.953 | 0.986 |
| 57 | 50 | 1.550 | 3.400 | 0.460 | 0.945 | 0.920 |
| 58 | 50 | 1.600 | 3.250 | 0.480 | 0.943 | 0.978 |
| 59 | 50 | 1.650 | 4.800 | 0.380 | 0.922 | 0.941 |
| 60 | 50 | 1.700 | 2.750 | 0.420 | 0.930 | 0.970 |
| 61 | 50 | 1.750 | 2.600 | 0.440 | 0.926 | 0.925 |
| 62 | 50 | 1.800 | 4.700 | 0.520 | 0.921 | 0.910 |
| 63 | 50 | 1.850 | 1.100 | 0.580 | 0.896 | 0.898 |
| 64 | 50 | 1.900 | 2.150 | 0.360 | 0.902 | 0.913 |
| 65 | 50 | 1.950 | 2.050 | 0.380 | 0.903 | 0.952 |
| 66 | 50 | 2.000 | 3.650 | 0.460 | 0.900 | 0.886 |
| 67 | 50 | 2.050 | 0.950 | 0.580 | 0.874 | 0.960 |
| 68 | 50 | 2.100 | 4.150 | 0.540 | 0.877 | 0.905 |
| 69 | 50 | 2.150 | 3.150 | 0.420 | 0.886 | 0.886 |
| 70 | 50 | 2.200 | 3.000 | 0.420 | 0.857 | 0.873 |
| 71 | 50 | 2.250 | 3.600 | 0.500 | 0.853 | 0.920 |
| 72 | 55 | 1.400 | 5.000 | 0.620 | 0.854 | 0.866 |
| 73 | 55 | 1.450 | 4.950 | 0.620 | 0.935 | 0.997 |
| 74 | 55 | 1.500 | 4.350 | 0.600 | 0.938 | 0.970 |
| 75 | 55 | 1.550 | 3.800 | 0.560 | 0.933 | 0.984 |
| 76 | 55 | 1.600 | 3.300 | 0.520 | 0.930 | 0.990 |
| 77 | 55 | 1.650 | 3.150 | 0.520 | 0.923 | 0.942 |
| 78 | 55 | 1.700 | 2.750 | 0.460 | 0.920 | 0.947 |
| 79 | 55 | 1.750 | 2.600 | 0.480 | 0.906 | 0.959 |
| 80 | 55 | 1.800 | 3.900 | 0.120 | 0.888 | 0.977 |
| 81 | 55 | 1.850 | 3.600 | 0.380 | 0.893 | 0.903 |
| 82 | 55 | 1.900 | 2.100 | 0.400 | 0.889 | 0.920 |
| 83 | 55 | 1.950 | 2.050 | 0.420 | 0.884 | 0.950 |
| 84 | 55 | 2.000 | 3.700 | 0.480 | 0.875 | 0.881 |
| 85 | 55 | 2.050 | 3.550 | 0.480 | 0.868 | 0.918 |

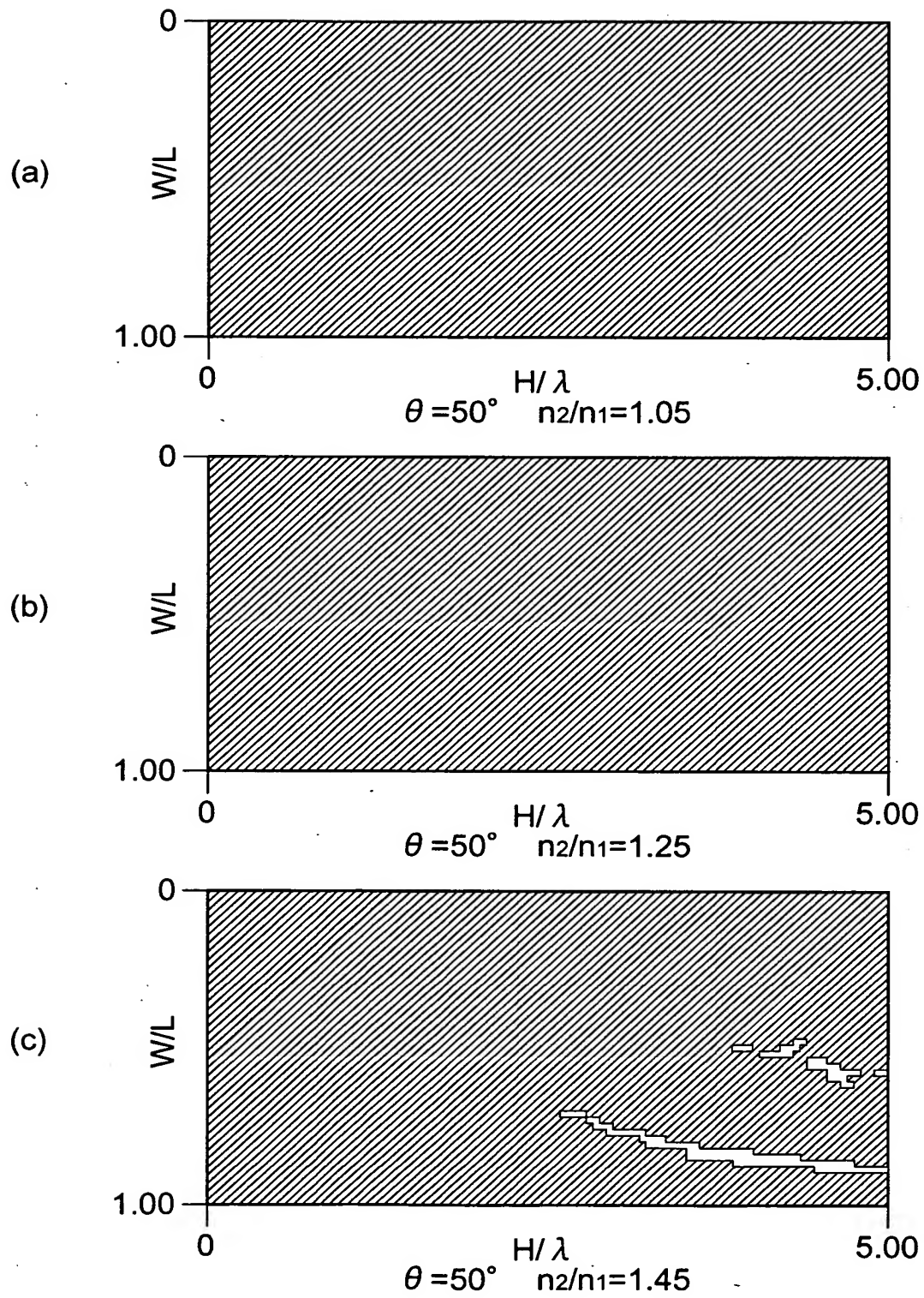
【図 9】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 86 | 55 | 2.100 | 2.850 | 0.340 | 0.867 | 0.885 |
| 87 | 55 | 2.150 | 4.700 | 0.480 | 0.863 | 0.896 |
| 88 | 55 | 2.200 | 3.050 | 0.440 | 0.852 | 0.929 |
| 89 | 55 | 2.250 | 1.500 | 0.340 | 0.843 | 0.892 |
| 90 | 55 | 2.300 | 1.450 | 0.340 | 0.837 | 0.894 |
| 91 | 55 | 2.350 | 1.450 | 0.340 | 0.839 | 0.899 |
| 92 | 55 | 2.400 | 2.550 | 0.400 | 0.845 | 0.922 |
| 93 | 55 | 2.450 | 2.500 | 0.400 | 0.839 | 0.872 |
| 94 | 60 | 1.300 | 5.000 | 0.340 | 0.909 | 0.918 |
| 95 | 60 | 1.350 | 5.000 | 0.280 | 0.916 | 0.995 |
| 96 | 60 | 1.400 | 4.250 | 0.280 | 0.932 | 0.954 |
| 97 | 60 | 1.450 | 4.350 | 0.220 | 0.924 | 0.982 |
| 98 | 60 | 1.500 | 4.450 | 0.180 | 0.912 | 0.930 |
| 99 | 60 | 1.550 | 3.850 | 0.600 | 0.909 | 0.988 |
| 100 | 60 | 1.600 | 3.650 | 0.600 | 0.902 | 0.927 |
| 101 | 60 | 1.650 | 3.200 | 0.560 | 0.897 | 0.983 |
| 102 | 60 | 1.700 | 2.750 | 0.500 | 0.902 | 0.916 |
| 103 | 60 | 1.750 | 2.650 | 0.500 | 0.893 | 0.993 |
| 104 | 60 | 1.800 | 2.550 | 0.500 | 0.880 | 0.925 |
| 105 | 60 | 1.850 | 3.600 | 0.420 | 0.879 | 0.889 |
| 106 | 60 | 1.900 | 2.100 | 0.440 | 0.876 | 0.949 |
| 107 | 60 | 1.950 | 2.050 | 0.440 | 0.875 | 0.973 |
| 108 | 60 | 2.000 | 2.000 | 0.440 | 0.864 | 0.907 |
| 109 | 60 | 2.050 | 2.900 | 0.380 | 0.829 | 0.851 |
| 110 | 60 | 2.100 | 3.500 | 0.500 | 0.832 | 0.866 |
| 111 | 60 | 2.150 | 4.100 | 0.420 | 0.847 | 0.971 |
| 112 | 60 | 2.200 | 4.000 | 0.420 | 0.827 | 0.833 |
| 113 | 60 | 2.250 | 1.500 | 0.360 | 0.833 | 0.856 |
| 114 | 60 | 2.300 | 1.500 | 0.360 | 0.822 | 0.926 |
| 115 | 60 | 2.350 | 1.450 | 0.360 | 0.825 | 0.894 |
| 116 | 60 | 2.400 | 4.200 | 0.360 | 0.826 | 0.846 |
| 117 | 60 | 2.450 | 2.500 | 0.420 | 0.812 | 0.932 |
| 118 | 65 | 1.150 | 5.000 | 0.200 | 0.823 | 0.811 |
| 119 | 65 | 1.200 | 4.950 | 0.140 | 0.828 | 0.825 |
| 120 | 65 | 1.250 | 5.000 | 0.100 | 0.867 | 0.807 |
| 121 | 65 | 1.300 | 4.650 | 0.380 | 0.936 | 0.936 |
| 122 | 65 | 1.350 | 4.200 | 0.420 | 0.920 | 0.923 |
| 123 | 65 | 1.400 | 3.800 | 0.300 | 0.904 | 0.909 |
| 124 | 65 | 1.450 | 3.400 | 0.360 | 0.905 | 0.919 |
| 125 | 65 | 1.500 | 4.500 | 0.660 | 0.876 | 0.872 |
| 126 | 65 | 1.550 | 3.900 | 0.620 | 0.876 | 0.884 |
| 127 | 65 | 1.600 | 3.750 | 0.620 | 0.859 | 0.986 |
| 128 | 65 | 1.650 | 4.150 | 0.340 | 0.870 | 0.905 |

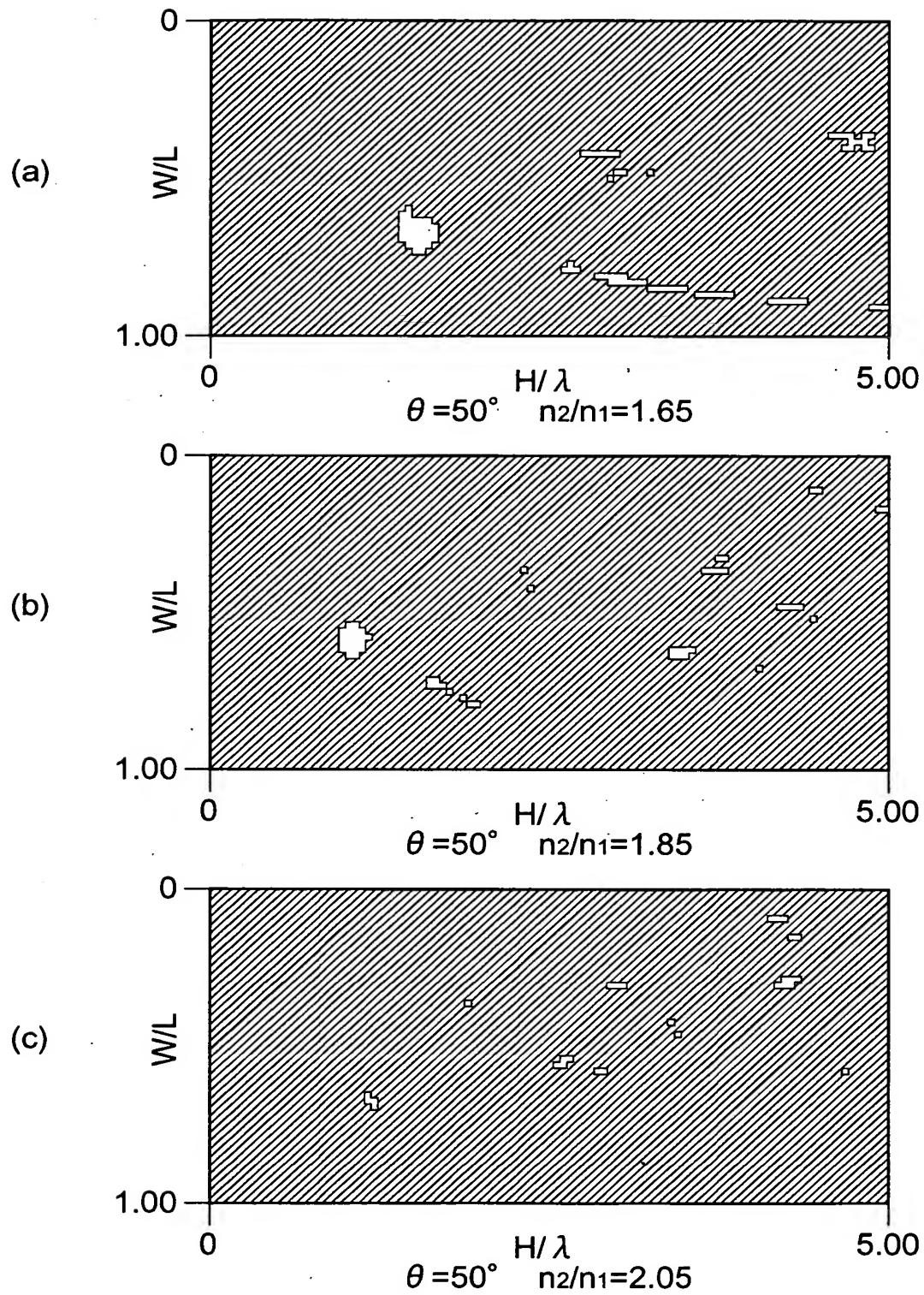
【図 1 0】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 129 | 65 | 1.700 | 3.100 | 0.580 | 0.853 | 0.925 |
| 130 | 65 | 1.750 | 2.650 | 0.540 | 0.840 | 0.986 |
| 131 | 65 | 1.800 | 4.900 | 0.320 | 0.846 | 0.909 |
| 132 | 65 | 1.850 | 5.000 | 0.440 | 0.859 | 0.898 |
| 133 | 65 | 1.900 | 2.150 | 0.460 | 0.842 | 0.893 |
| 134 | 65 | 1.950 | 4.450 | 0.400 | 0.833 | 0.938 |
| 135 | 65 | 2.000 | 2.000 | 0.460 | 0.829 | 0.918 |
| 136 | 65 | 2.050 | 2.900 | 0.400 | 0.828 | 0.825 |
| 137 | 65 | 2.100 | 2.800 | 0.400 | 0.812 | 0.857 |
| 138 | 65 | 2.150 | 4.100 | 0.440 | 0.816 | 0.922 |
| 139 | 65 | 2.200 | 4.000 | 0.440 | 0.803 | 0.888 |
| 140 | 65 | 2.250 | 1.500 | 0.380 | 0.805 | 0.832 |
| 141 | 65 | 2.400 | 4.200 | 0.380 | 0.800 | 0.839 |
| 142 | 70 | 1.100 | 4.900 | 0.260 | 0.894 | 0.896 |
| 143 | 70 | 1.150 | 4.700 | 0.160 | 0.889 | 0.888 |
| 144 | 70 | 1.200 | 5.000 | 0.100 | 0.898 | 0.878 |
| 145 | 70 | 1.250 | 4.900 | 0.080 | 0.875 | 0.882 |
| 146 | 70 | 1.300 | 4.500 | 0.500 | 0.918 | 0.937 |
| 147 | 70 | 1.350 | 3.750 | 0.420 | 0.890 | 0.905 |
| 148 | 70 | 1.400 | 3.500 | 0.440 | 0.897 | 0.927 |
| 149 | 70 | 1.450 | 3.350 | 0.440 | 0.853 | 0.861 |
| 150 | 70 | 1.500 | 5.000 | 0.440 | 0.864 | 0.924 |
| 151 | 70 | 1.550 | 2.700 | 0.340 | 0.856 | 0.954 |
| 152 | 70 | 1.600 | 4.250 | 0.400 | 0.848 | 0.910 |
| 153 | 70 | 1.650 | 3.250 | 0.600 | 0.803 | 0.904 |
| 154 | 70 | 1.700 | 4.350 | 0.520 | 0.811 | 0.824 |
| 155 | 70 | 1.750 | 3.500 | 0.340 | 0.806 | 0.872 |
| 156 | 70 | 1.800 | 3.350 | 0.340 | 0.818 | 0.811 |
| 157 | 75 | 1.050 | 5.000 | 0.420 | 0.957 | 0.847 |
| 158 | 75 | 1.100 | 4.750 | 0.180 | 0.927 | 0.922 |
| 159 | 75 | 1.150 | 4.500 | 0.120 | 0.896 | 0.897 |
| 160 | 75 | 1.200 | 4.650 | 0.080 | 0.874 | 0.884 |
| 161 | 75 | 1.250 | 2.800 | 0.120 | 0.861 | 0.853 |
| 162 | 75 | 1.300 | 4.550 | 0.560 | 0.862 | 0.876 |
| 163 | 75 | 1.350 | 4.200 | 0.560 | 0.851 | 0.853 |
| 164 | 75 | 1.400 | 3.500 | 0.500 | 0.845 | 0.874 |
| 165 | 75 | 1.450 | 2.900 | 0.400 | 0.820 | 0.816 |
| 166 | 75 | 1.500 | 2.800 | 0.400 | 0.831 | 0.856 |
| 167 | 75 | 1.550 | 2.650 | 0.400 | 0.812 | 0.888 |
| 168 | 80 | 1.050 | 5.000 | 0.580 | 0.931 | 0.925 |
| 169 | 80 | 1.100 | 4.200 | 0.140 | 0.888 | 0.888 |
| 170 | 80 | 1.150 | 4.400 | 0.080 | 0.838 | 0.863 |

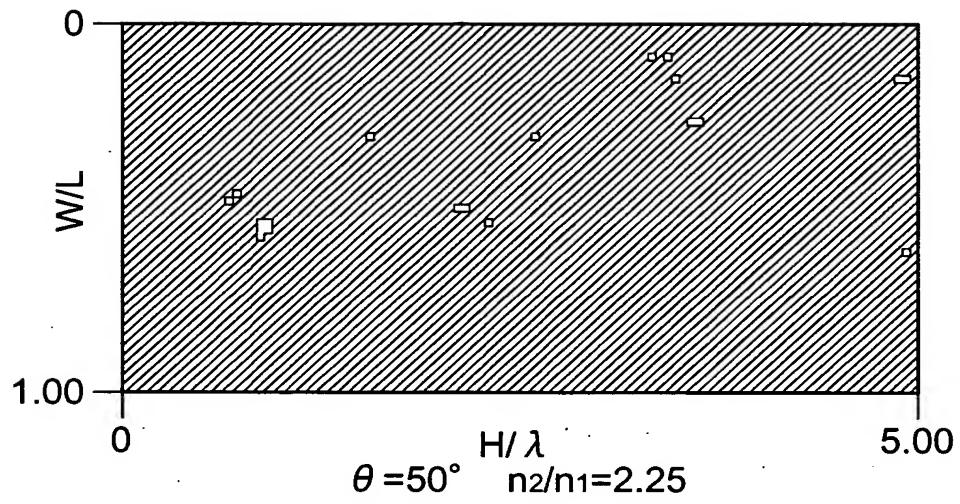
【図 1 1】



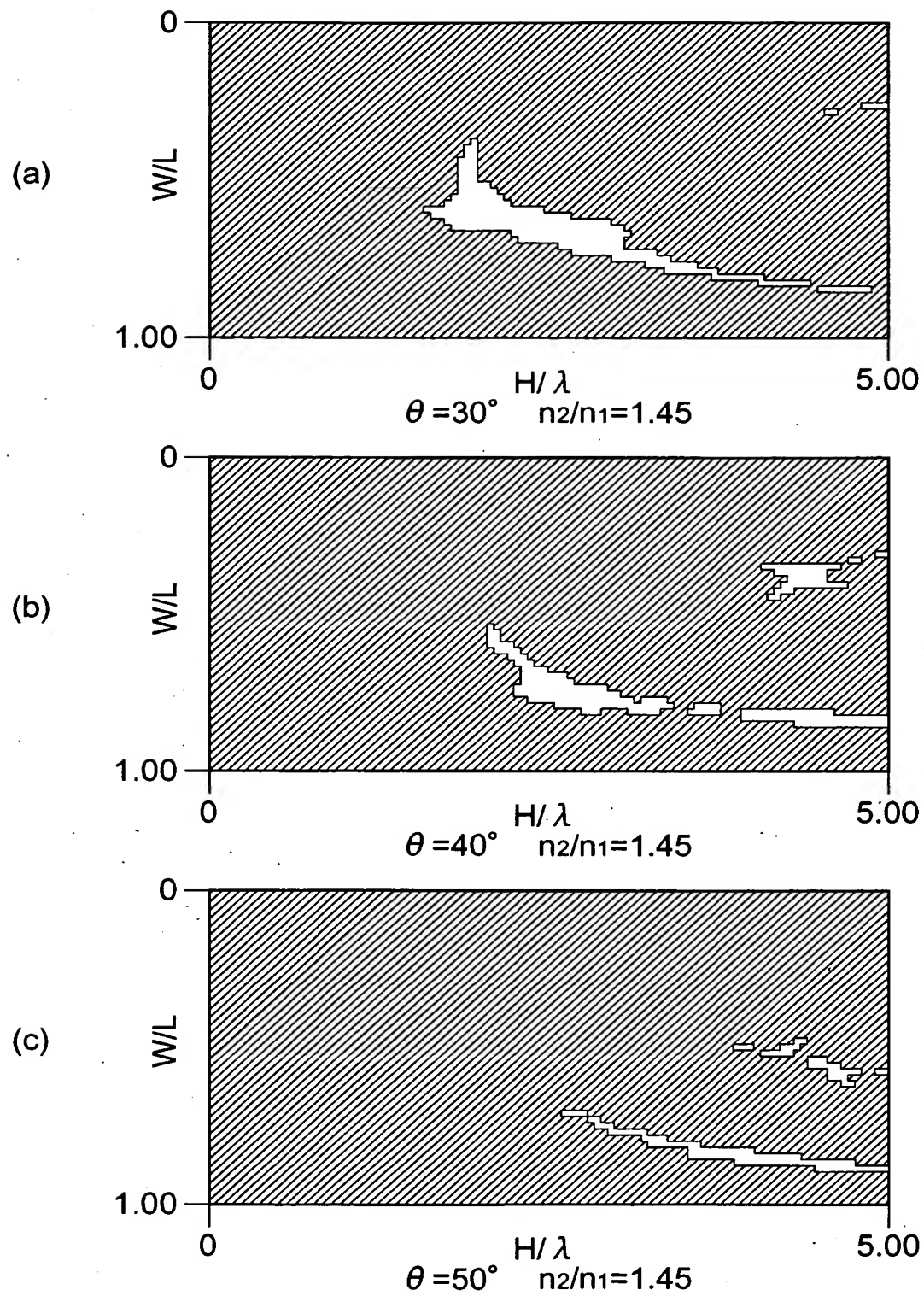
【図 12】



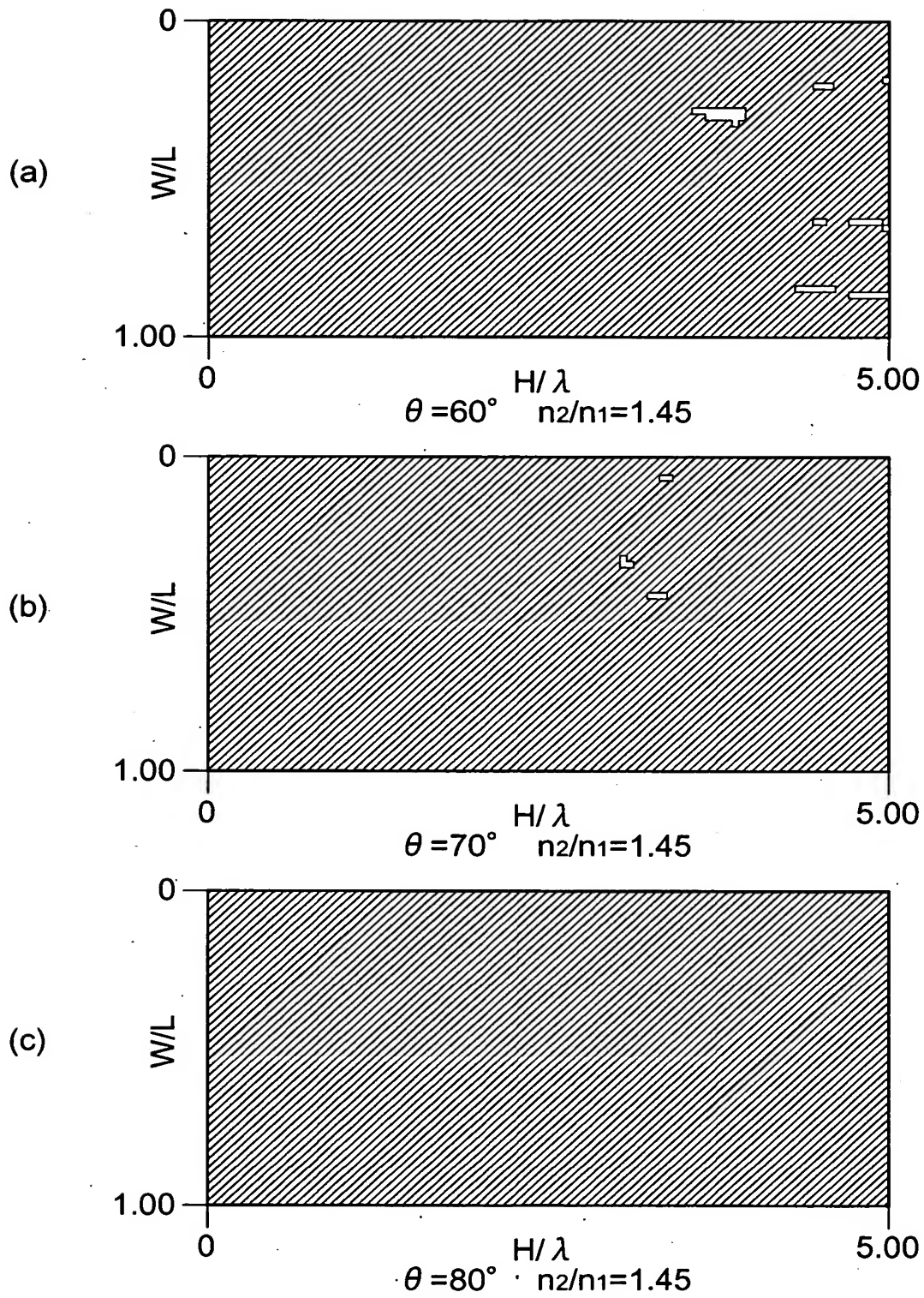
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 1 | 25 | 1.200 | 4.800 | 0.620 | 0.973 | 0.974 |
| 2 | 25 | 1.250 | 4.500 | 0.700 | 0.992 | 0.990 |
| 3 | 30 | 1.200 | 5.000 | 0.640 | 0.924 | 0.929 |
| 4 | 30 | 1.250 | 4.700 | 0.720 | 0.973 | 0.973 |
| 5 | 30 | 1.300 | 4.400 | 0.760 | 0.985 | 0.989 |
| 6 | 30 | 1.350 | 3.400 | 0.720 | 0.983 | 0.988 |
| 7 | 30 | 1.400 | 2.550 | 0.640 | 0.980 | 0.983 |
| 8 | 30 | 1.450 | 2.400 | 0.660 | 0.976 | 0.982 |
| 9 | 30 | 1.500 | 1.950 | 0.600 | 0.974 | 0.977 |
| 10 | 35 | 1.200 | 4.950 | 0.620 | 0.815 | 0.811 |
| 11 | 35 | 1.250 | 5.000 | 0.740 | 0.923 | 0.929 |
| 12 | 35 | 1.300 | 5.000 | 0.800 | 0.974 | 0.973 |
| 13 | 35 | 1.350 | 3.900 | 0.780 | 0.978 | 0.976 |
| 14 | 35 | 1.400 | 2.950 | 0.720 | 0.973 | 0.979 |
| 15 | 35 | 1.450 | 2.450 | 0.700 | 0.971 | 0.975 |
| 16 | 35 | 1.500 | 2.000 | 0.640 | 0.969 | 0.970 |
| 17 | 35 | 1.550 | 3.800 | 0.300 | 0.960 | 0.964 |
| 18 | 35 | 1.600 | 1.550 | 0.580 | 0.964 | 0.962 |
| 19 | 35 | 1.650 | 1.500 | 0.580 | 0.959 | 0.969 |
| 20 | 35 | 1.700 | 1.450 | 0.580 | 0.952 | 0.955 |
| 21 | 40 | 1.250 | 4.850 | 0.720 | 0.816 | 0.815 |
| 22 | 40 | 1.300 | 4.750 | 0.780 | 0.922 | 0.916 |
| 23 | 40 | 1.350 | 4.950 | 0.840 | 0.962 | 0.957 |
| 24 | 40 | 1.400 | 3.450 | 0.780 | 0.964 | 0.967 |
| 25 | 40 | 1.450 | 4.350 | 0.400 | 0.963 | 0.959 |
| 26 | 40 | 1.500 | 3.900 | 0.380 | 0.959 | 0.970 |
| 27 | 40 | 1.550 | 1.950 | 0.700 | 0.949 | 0.963 |
| 28 | 40 | 1.600 | 3.300 | 0.360 | 0.945 | 0.958 |
| 29 | 40 | 1.650 | 1.500 | 0.620 | 0.949 | 0.962 |
| 30 | 40 | 1.700 | 1.750 | 0.700 | 0.932 | 0.937 |
| 31 | 40 | 1.750 | 2.700 | 0.300 | 0.936 | 0.932 |
| 32 | 40 | 1.800 | 1.350 | 0.620 | 0.930 | 0.934 |
| 33 | 40 | 1.850 | 1.050 | 0.520 | 0.935 | 0.939 |
| 34 | 40 | 1.900 | 1.000 | 0.520 | 0.929 | 0.949 |
| 35 | 45 | 1.300 | 4.900 | 0.780 | 0.816 | 0.822 |
| 36 | 45 | 1.350 | 4.750 | 0.820 | 0.910 | 0.912 |
| 37 | 45 | 1.400 | 4.900 | 0.520 | 0.952 | 0.958 |
| 38 | 45 | 1.450 | 4.400 | 0.480 | 0.964 | 0.965 |
| 39 | 45 | 1.500 | 3.900 | 0.460 | 0.956 | 0.958 |
| 40 | 45 | 1.550 | 2.050 | 0.720 | 0.938 | 0.940 |
| 41 | 45 | 1.600 | 3.250 | 0.420 | 0.952 | 0.967 |
| 42 | 45 | 1.650 | 1.550 | 0.660 | 0.935 | 0.939 |
| 43 | 45 | 1.700 | 2.750 | 0.360 | 0.937 | 0.937 |

【図 1 7】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 44 | 45 | 1.750 | 4.850 | 0.480 | 0.940 | 0.942 |
| 45 | 45 | 1.800 | 4.100 | 0.300 | 0.919 | 0.927 |
| 46 | 45 | 1.850 | 1.050 | 0.580 | 0.922 | 0.922 |
| 47 | 45 | 1.900 | 3.350 | 0.600 | 0.909 | 0.911 |
| 48 | 45 | 1.950 | 3.000 | 0.580 | 0.909 | 0.928 |
| 49 | 45 | 2.000 | 2.900 | 0.580 | 0.902 | 0.896 |
| 50 | 45 | 2.050 | 2.600 | 0.520 | 0.901 | 0.912 |
| 51 | 45 | 2.100 | 2.500 | 0.520 | 0.888 | 0.906 |
| 52 | 50 | 1.350 | 4.900 | 0.820 | 0.829 | 0.825 |
| 53 | 50 | 1.400 | 5.000 | 0.860 | 0.918 | 0.917 |
| 54 | 50 | 1.450 | 3.850 | 0.840 | 0.926 | 0.935 |
| 55 | 50 | 1.500 | 2.900 | 0.800 | 0.922 | 0.941 |
| 56 | 50 | 1.550 | 3.350 | 0.460 | 0.925 | 0.920 |
| 57 | 50 | 1.600 | 1.950 | 0.740 | 0.915 | 0.938 |
| 58 | 50 | 1.650 | 4.800 | 0.380 | 0.922 | 0.941 |
| 59 | 50 | 1.700 | 2.750 | 0.400 | 0.918 | 0.899 |
| 60 | 50 | 1.750 | 2.600 | 0.440 | 0.926 | 0.925 |
| 61 | 50 | 1.800 | 4.700 | 0.520 | 0.921 | 0.910 |
| 62 | 50 | 1.850 | 1.100 | 0.580 | 0.896 | 0.898 |
| 63 | 50 | 1.900 | 2.150 | 0.360 | 0.902 | 0.913 |
| 64 | 50 | 1.950 | 3.800 | 0.460 | 0.888 | 0.902 |
| 65 | 50 | 2.000 | 3.650 | 0.460 | 0.900 | 0.886 |
| 66 | 50 | 2.050 | 4.300 | 0.280 | 0.870 | 0.883 |
| 67 | 50 | 2.100 | 4.150 | 0.540 | 0.877 | 0.905 |
| 68 | 50 | 2.150 | 3.150 | 0.420 | 0.886 | 0.886 |
| 69 | 50 | 2.200 | 3.000 | 0.420 | 0.857 | 0.873 |
| 70 | 50 | 2.250 | 4.950 | 0.140 | 0.845 | 0.871 |
| 71 | 55 | 1.400 | 5.000 | 0.620 | 0.854 | 0.866 |
| 72 | 55 | 1.450 | 4.550 | 0.580 | 0.941 | 0.922 |
| 73 | 55 | 1.500 | 3.950 | 0.560 | 0.936 | 0.950 |
| 74 | 55 | 1.550 | 3.400 | 0.520 | 0.910 | 0.891 |
| 75 | 55 | 1.600 | 5.000 | 0.440 | 0.929 | 0.928 |
| 76 | 55 | 1.650 | 3.150 | 0.520 | 0.923 | 0.942 |
| 77 | 55 | 1.700 | 2.750 | 0.460 | 0.920 | 0.947 |
| 78 | 55 | 1.750 | 4.550 | 0.220 | 0.880 | 0.878 |
| 79 | 55 | 1.800 | 4.750 | 0.540 | 0.877 | 0.872 |
| 80 | 55 | 1.850 | 3.600 | 0.380 | 0.893 | 0.903 |
| 81 | 55 | 1.900 | 4.200 | 0.520 | 0.882 | 0.901 |
| 82 | 55 | 1.950 | 4.000 | 0.520 | 0.865 | 0.863 |
| 83 | 55 | 2.000 | 3.700 | 0.480 | 0.875 | 0.881 |
| 84 | 55 | 2.050 | 3.600 | 0.480 | 0.865 | 0.866 |
| 85 | 55 | 2.100 | 2.850 | 0.340 | 0.867 | 0.885 |

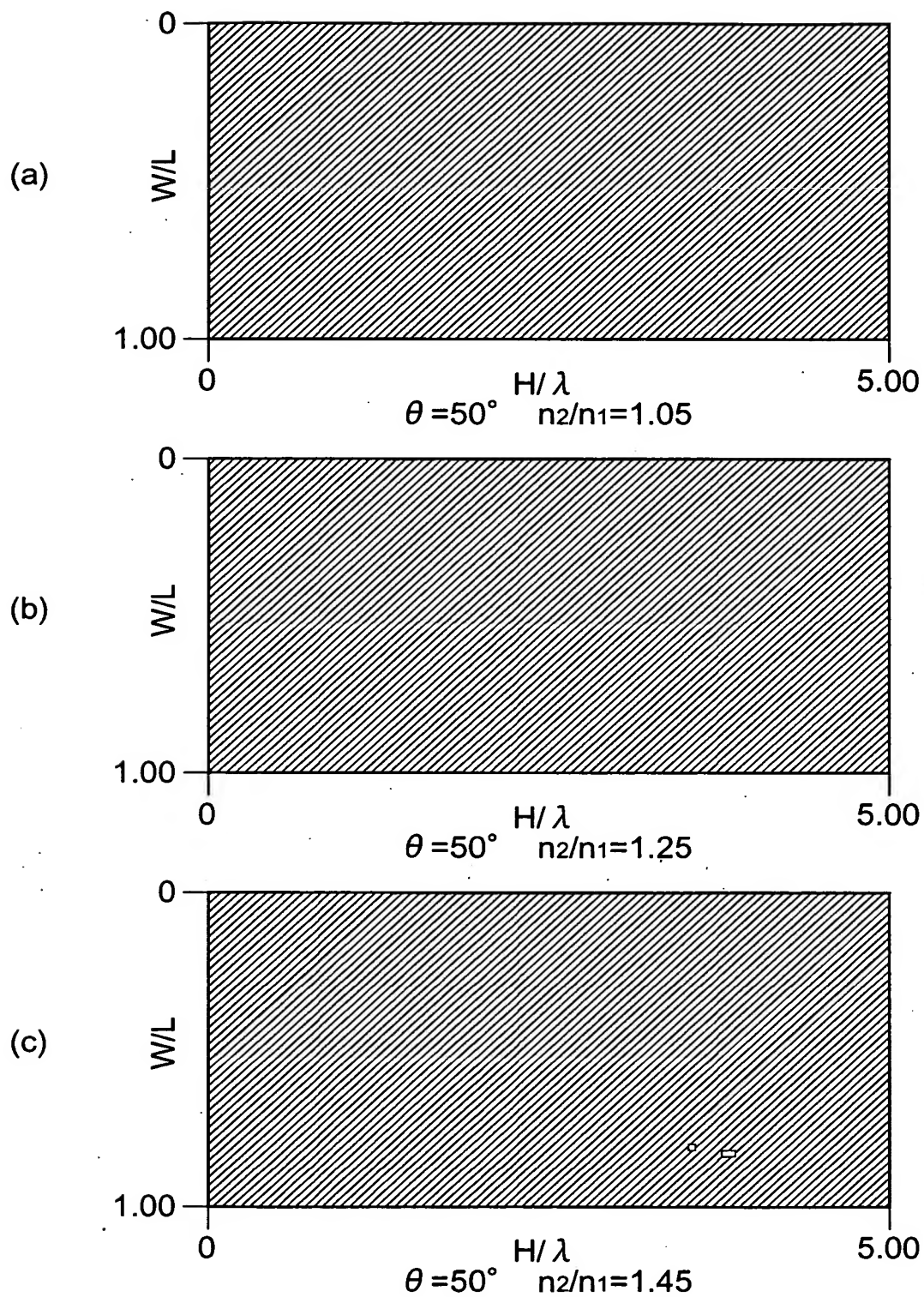
【図 1 8】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 86 | 55 | 2.150 | 4.700 | 0.480 | 0.863 | 0.896 |
| 87 | 55 | 2.200 | 4.900 | 0.360 | 0.845 | 0.856 |
| 88 | 55 | 2.250 | 2.950 | 0.440 | 0.838 | 0.835 |
| 89 | 55 | 2.300 | 3.600 | 0.360 | 0.826 | 0.848 |
| 90 | 55 | 2.350 | 4.300 | 0.340 | 0.828 | 0.859 |
| 91 | 55 | 2.400 | 1.400 | 0.340 | 0.841 | 0.837 |
| 92 | 55 | 2.450 | 2.500 | 0.400 | 0.839 | 0.872 |
| 93 | 60 | 1.300 | 5.000 | 0.340 | 0.909 | 0.918 |
| 94 | 60 | 1.350 | 4.700 | 0.340 | 0.883 | 0.885 |
| 95 | 60 | 1.400 | 4.200 | 0.300 | 0.931 | 0.917 |
| 96 | 60 | 1.450 | 3.900 | 0.300 | 0.875 | 0.869 |
| 97 | 60 | 1.500 | 4.450 | 0.180 | 0.912 | 0.930 |
| 98 | 60 | 1.550 | 4.400 | 0.160 | 0.906 | 0.902 |
| 99 | 60 | 1.600 | 3.650 | 0.600 | 0.902 | 0.927 |
| 100 | 60 | 1.650 | 4.800 | 0.500 | 0.895 | 0.886 |
| 101 | 60 | 1.700 | 2.750 | 0.500 | 0.902 | 0.916 |
| 102 | 60 | 1.750 | 4.100 | 0.460 | 0.884 | 0.865 |
| 103 | 60 | 1.800 | 3.700 | 0.420 | 0.855 | 0.858 |
| 104 | 60 | 1.850 | 3.600 | 0.420 | 0.879 | 0.889 |
| 105 | 60 | 1.900 | 4.250 | 0.540 | 0.851 | 0.850 |
| 106 | 60 | 1.950 | 3.450 | 0.100 | 0.841 | 0.860 |
| 107 | 60 | 2.000 | 1.950 | 0.440 | 0.852 | 0.886 |
| 108 | 60 | 2.050 | 2.900 | 0.380 | 0.829 | 0.851 |
| 109 | 60 | 2.100 | 3.500 | 0.500 | 0.832 | 0.866 |
| 110 | 60 | 2.150 | 4.750 | 0.500 | 0.833 | 0.860 |
| 111 | 60 | 2.200 | 4.000 | 0.420 | 0.827 | 0.833 |
| 112 | 60 | 2.250 | 1.500 | 0.360 | 0.833 | 0.856 |
| 113 | 60 | 2.300 | 1.450 | 0.360 | 0.820 | 0.868 |
| 114 | 60 | 2.350 | 4.300 | 0.360 | 0.825 | 0.824 |
| 115 | 60 | 2.400 | 4.200 | 0.360 | 0.826 | 0.846 |
| 116 | 65 | 1.150 | 5.000 | 0.200 | 0.823 | 0.811 |
| 117 | 65 | 1.200 | 4.950 | 0.140 | 0.828 | 0.825 |
| 118 | 65 | 1.250 | 4.350 | 0.120 | 0.806 | 0.808 |
| 119 | 65 | 1.300 | 4.650 | 0.380 | 0.936 | 0.936 |
| 120 | 65 | 1.350 | 4.200 | 0.420 | 0.920 | 0.923 |
| 121 | 65 | 1.400 | 3.800 | 0.300 | 0.904 | 0.909 |
| 122 | 65 | 1.450 | 3.400 | 0.360 | 0.905 | 0.919 |
| 123 | 65 | 1.500 | 4.500 | 0.660 | 0.876 | 0.872 |
| 124 | 65 | 1.550 | 3.900 | 0.620 | 0.876 | 0.884 |
| 125 | 65 | 1.600 | 4.400 | 0.320 | 0.860 | 0.852 |
| 126 | 65 | 1.650 | 4.150 | 0.340 | 0.870 | 0.905 |
| 127 | 65 | 1.700 | 2.450 | 0.280 | 0.846 | 0.880 |
| 128 | 65 | 1.750 | 2.750 | 0.180 | 0.833 | 0.869 |

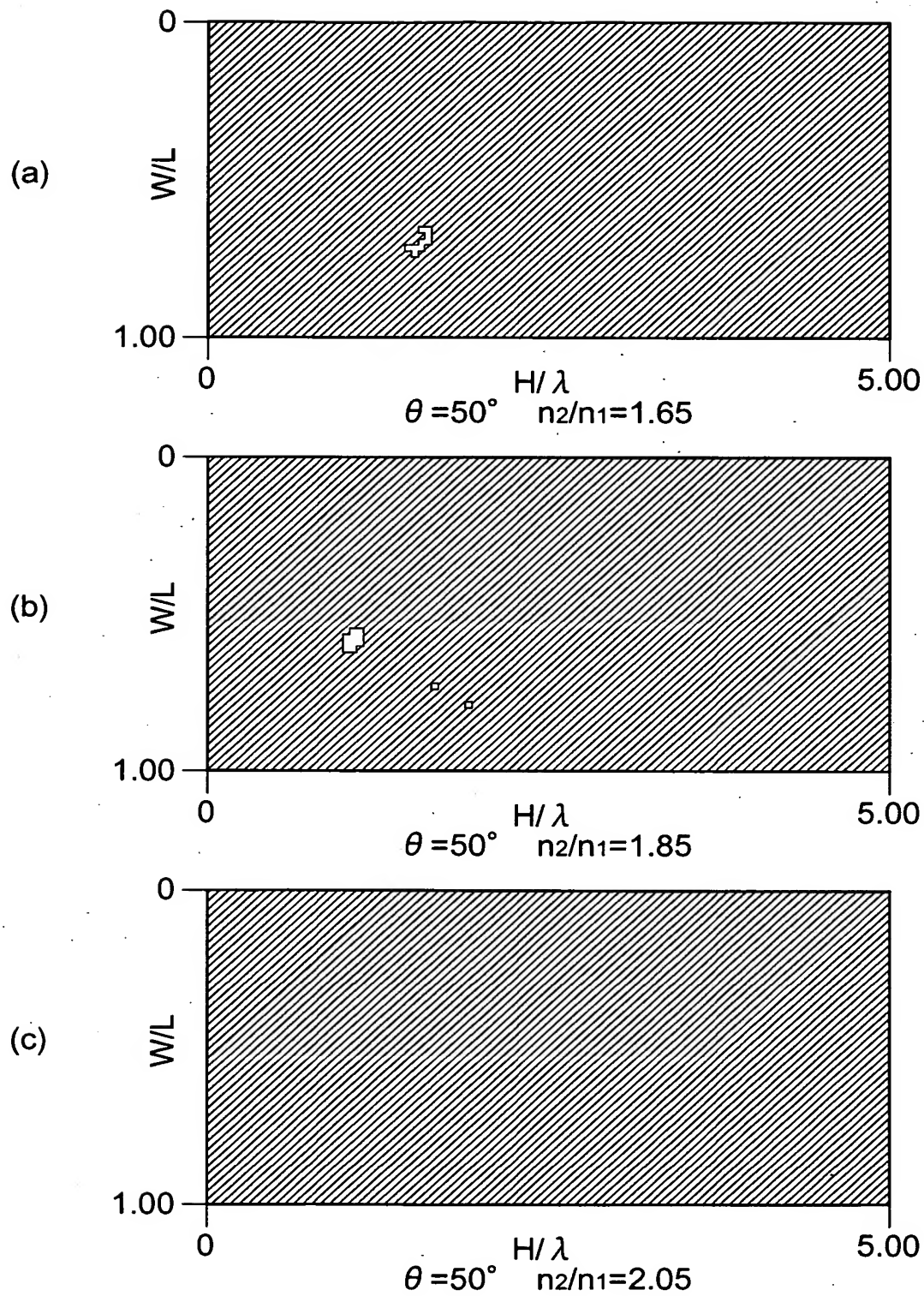
【図 1 9】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{TE} | η_{TM} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 129 | 65 | 1.800 | 2.750 | 0.160 | 0.808 | 0.826 |
| 130 | 65 | 1.850 | 5.000 | 0.440 | 0.859 | 0.898 |
| 131 | 65 | 1.900 | 3.250 | 0.280 | 0.811 | 0.846 |
| 132 | 65 | 2.050 | 2.900 | 0.400 | 0.828 | 0.825 |
| 133 | 65 | 2.100 | 2.800 | 0.400 | 0.812 | 0.857 |
| 134 | 65 | 2.250 | 1.500 | 0.380 | 0.805 | 0.832 |
| 135 | 65 | 2.400 | 4.200 | 0.380 | 0.800 | 0.839 |
| 136 | 70 | 1.100 | 4.900 | 0.260 | 0.894 | 0.896 |
| 137 | 70 | 1.150 | 4.700 | 0.160 | 0.889 | 0.888 |
| 138 | 70 | 1.200 | 5.000 | 0.100 | 0.898 | 0.878 |
| 139 | 70 | 1.250 | 4.900 | 0.080 | 0.875 | 0.882 |
| 140 | 70 | 1.300 | 4.500 | 0.500 | 0.918 | 0.937 |
| 141 | 70 | 1.350 | 3.750 | 0.420 | 0.890 | 0.905 |
| 142 | 70 | 1.400 | 3.500 | 0.440 | 0.897 | 0.927 |
| 143 | 70 | 1.450 | 3.350 | 0.440 | 0.853 | 0.861 |
| 144 | 70 | 1.500 | 2.900 | 0.320 | 0.859 | 0.857 |
| 145 | 70 | 1.550 | 2.800 | 0.300 | 0.824 | 0.852 |
| 146 | 70 | 1.600 | 2.550 | 0.360 | 0.847 | 0.874 |
| 147 | 70 | 1.700 | 4.350 | 0.520 | 0.811 | 0.824 |
| 148 | 70 | 1.750 | 4.150 | 0.520 | 0.801 | 0.839 |
| 149 | 70 | 1.800 | 3.350 | 0.340 | 0.818 | 0.811 |
| 150 | 75 | 1.100 | 4.750 | 0.180 | 0.927 | 0.922 |
| 151 | 75 | 1.150 | 4.500 | 0.120 | 0.896 | 0.897 |
| 152 | 75 | 1.200 | 4.650 | 0.080 | 0.874 | 0.884 |
| 153 | 75 | 1.250 | 2.800 | 0.120 | 0.861 | 0.853 |
| 154 | 75 | 1.300 | 4.550 | 0.560 | 0.862 | 0.876 |
| 155 | 75 | 1.350 | 4.200 | 0.560 | 0.851 | 0.853 |
| 156 | 75 | 1.400 | 3.500 | 0.500 | 0.845 | 0.874 |
| 157 | 75 | 1.450 | 2.900 | 0.400 | 0.820 | 0.816 |
| 158 | 75 | 1.500 | 2.800 | 0.400 | 0.831 | 0.856 |
| 159 | 75 | 1.550 | 2.600 | 0.420 | 0.811 | 0.831 |
| 160 | 80 | 1.050 | 5.000 | 0.580 | 0.931 | 0.925 |
| 161 | 80 | 1.100 | 4.200 | 0.140 | 0.888 | 0.888 |
| 162 | 80 | 1.150 | 4.400 | 0.080 | 0.838 | 0.863 |

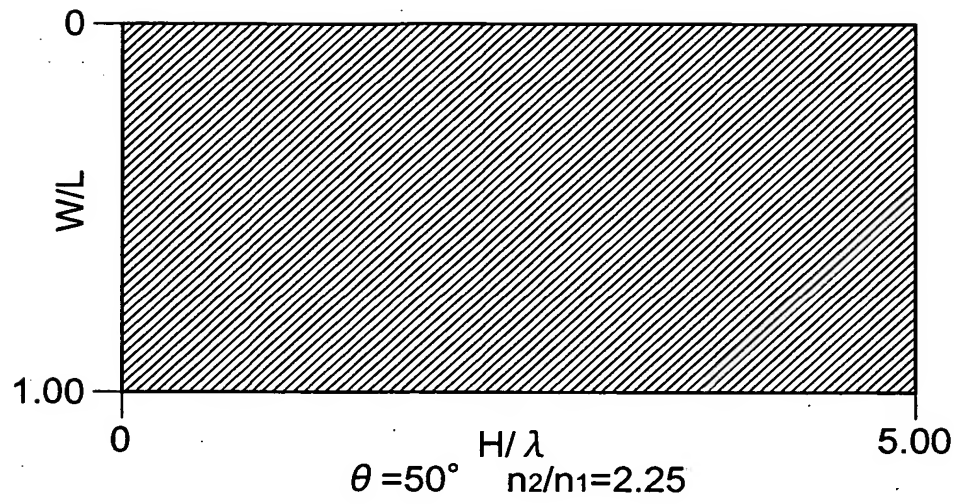
【図 2 0】



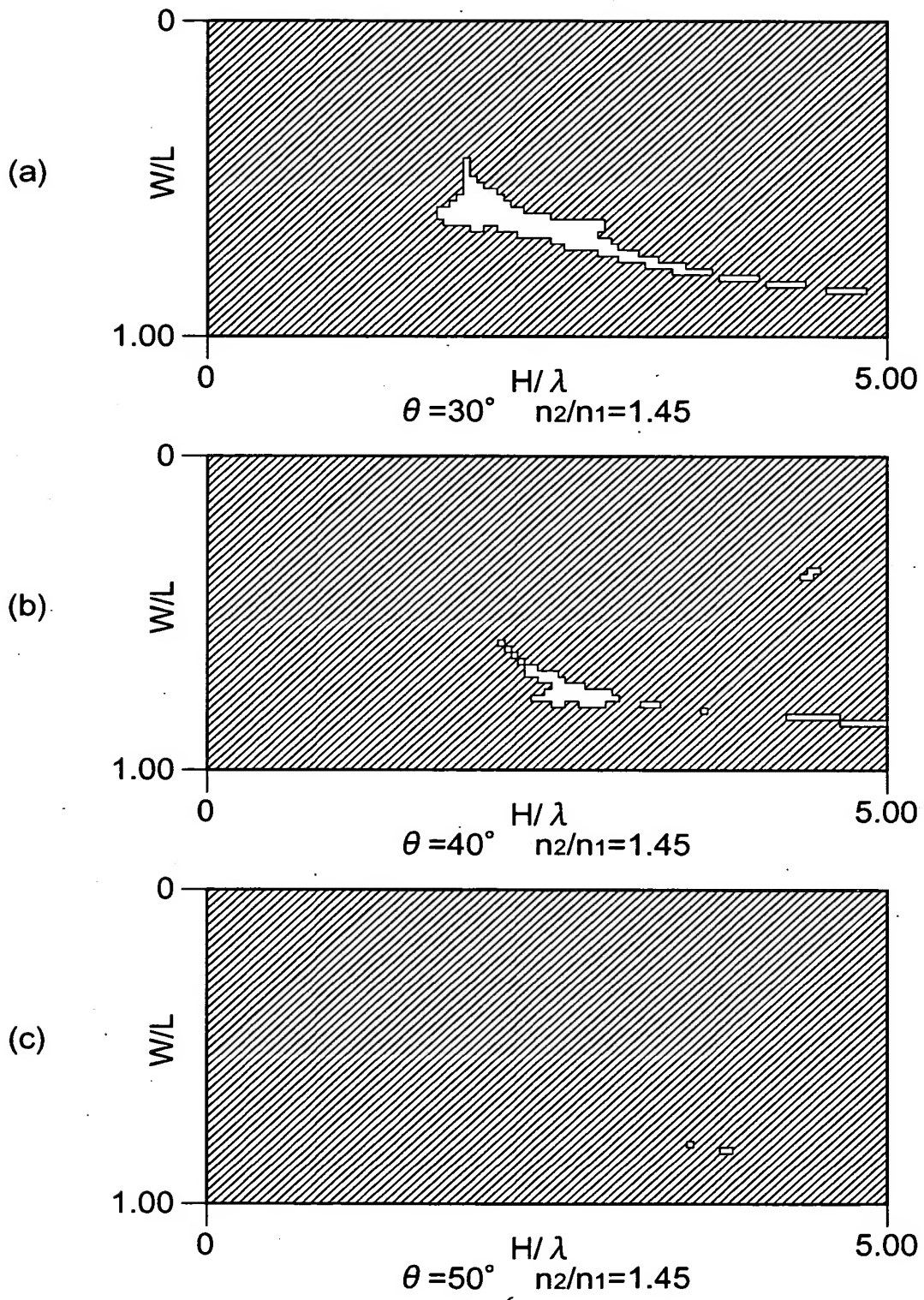
【図 2 1】



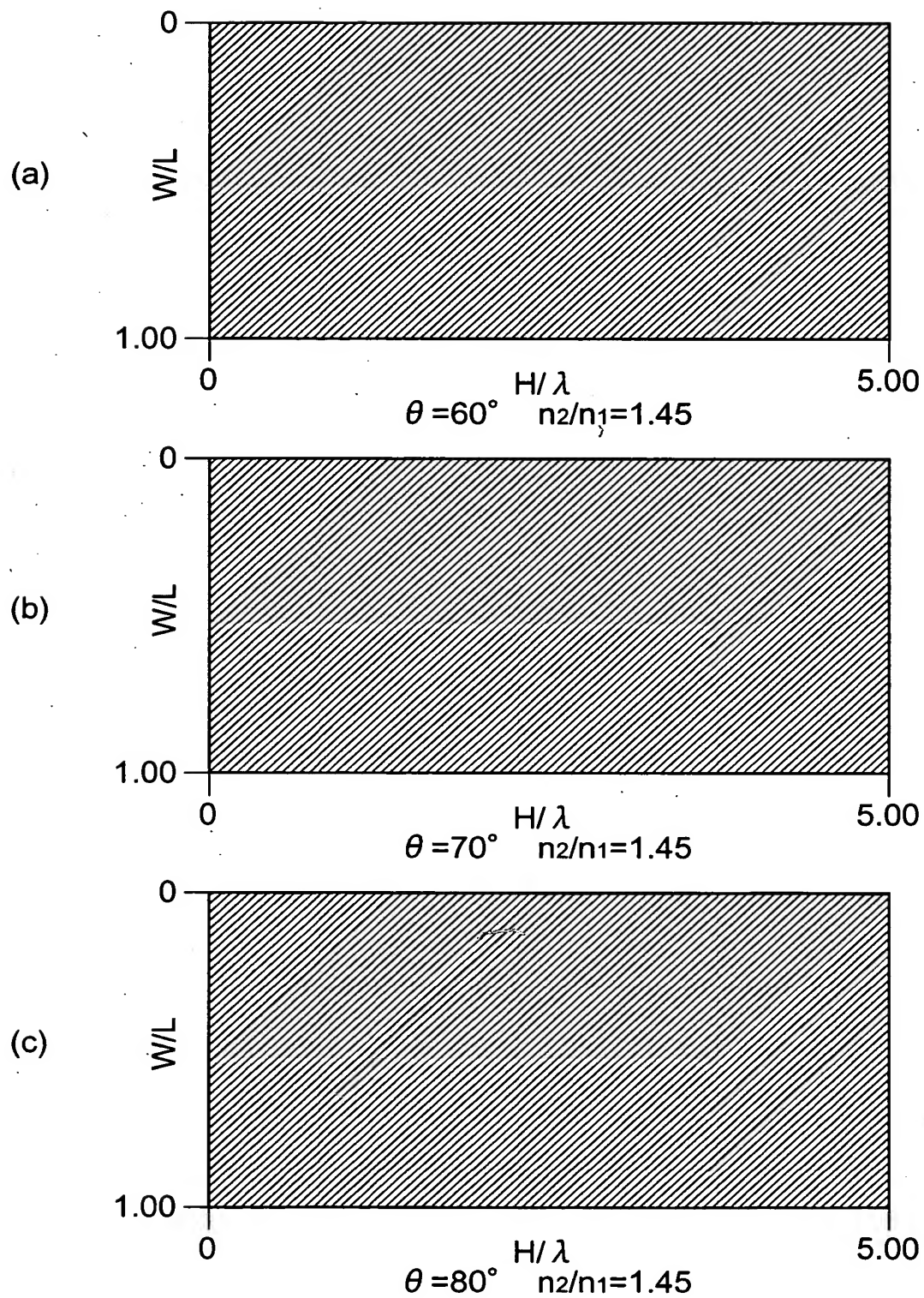
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



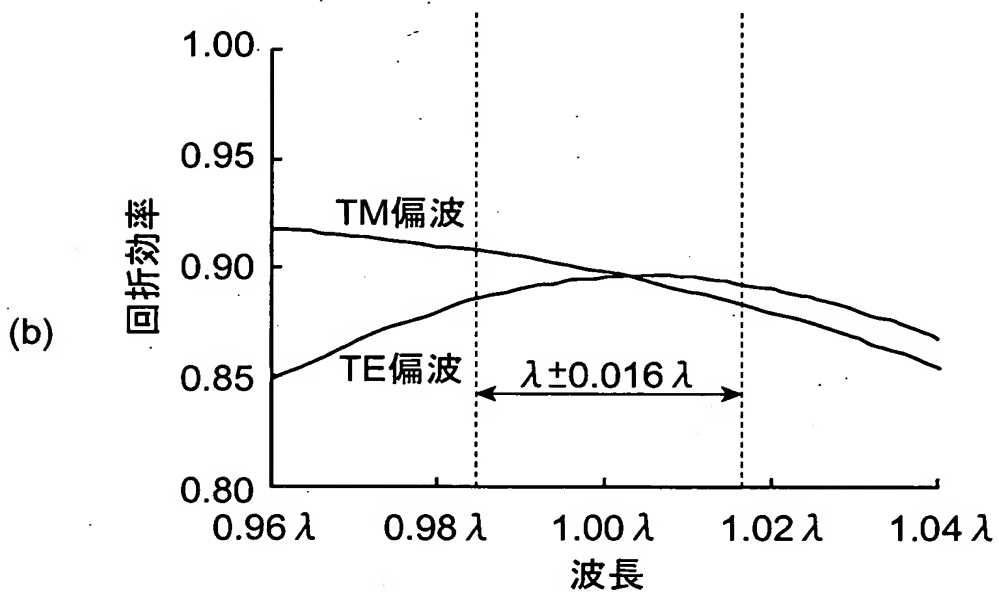
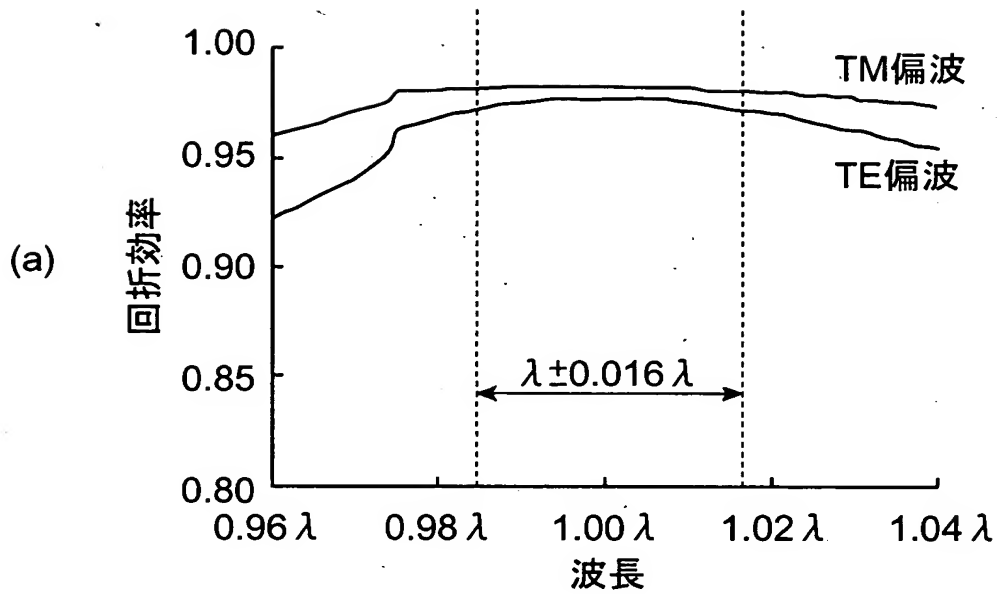
【図 2 5】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{\min} | η_{\max} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 25 | 1.200 | 4.950 | 0.640 | 0.965 | 0.981 |
| 2 | 25 | 1.250 | 4.650 | 0.740 | 0.962 | 0.973 |
| 3 | 30 | 1.200 | 5.000 | 0.640 | 0.904 | 0.941 |
| 4 | 30 | 1.250 | 4.700 | 0.720 | 0.957 | 0.977 |
| 5 | 30 | 1.300 | 4.600 | 0.780 | 0.973 | 0.985 |
| 6 | 30 | 1.350 | 4.600 | 0.800 | 0.969 | 0.980 |
| 7 | 30 | 1.400 | 4.000 | 0.800 | 0.962 | 0.972 |
| 8 | 30 | 1.450 | 2.400 | 0.660 | 0.971 | 0.982 |
| 9 | 30 | 1.500 | 4.350 | 0.860 | 0.896 | 0.922 |
| 10 | 35 | 1.250 | 5.000 | 0.740 | 0.898 | 0.939 |
| 11 | 35 | 1.300 | 5.000 | 0.800 | 0.953 | 0.976 |
| 12 | 35 | 1.350 | 4.100 | 0.800 | 0.955 | 0.973 |
| 13 | 35 | 1.400 | 2.950 | 0.720 | 0.964 | 0.982 |
| 14 | 35 | 1.450 | 2.450 | 0.700 | 0.964 | 0.979 |
| 15 | 35 | 1.500 | 2.000 | 0.640 | 0.961 | 0.974 |
| 16 | 35 | 1.550 | 2.250 | 0.700 | 0.941 | 0.961 |
| 17 | 35 | 1.600 | 1.550 | 0.580 | 0.955 | 0.967 |
| 18 | 35 | 1.650 | 1.500 | 0.580 | 0.951 | 0.969 |
| 19 | 35 | 1.700 | 2.150 | 0.760 | 0.863 | 0.891 |
| 20 | 40 | 1.300 | 4.750 | 0.780 | 0.881 | 0.926 |
| 21 | 40 | 1.350 | 5.000 | 0.840 | 0.935 | 0.965 |
| 22 | 40 | 1.400 | 3.450 | 0.780 | 0.949 | 0.972 |
| 23 | 40 | 1.450 | 2.850 | 0.780 | 0.936 | 0.961 |
| 24 | 40 | 1.500 | 2.100 | 0.660 | 0.937 | 0.960 |
| 25 | 40 | 1.550 | 1.950 | 0.700 | 0.943 | 0.968 |
| 26 | 40 | 1.600 | 1.600 | 0.600 | 0.931 | 0.951 |
| 27 | 40 | 1.650 | 1.500 | 0.620 | 0.940 | 0.965 |
| 28 | 40 | 1.700 | 1.750 | 0.700 | 0.925 | 0.948 |
| 29 | 40 | 1.750 | 1.650 | 0.700 | 0.898 | 0.928 |
| 30 | 40 | 1.800 | 1.050 | 0.560 | 0.905 | 0.926 |
| 31 | 40 | 1.850 | 1.050 | 0.520 | 0.929 | 0.944 |
| 32 | 40 | 1.900 | 1.200 | 0.600 | 0.856 | 0.901 |
| 33 | 45 | 1.400 | 4.350 | 0.840 | 0.916 | 0.954 |
| 34 | 45 | 1.450 | 3.350 | 0.820 | 0.919 | 0.951 |
| 35 | 45 | 1.500 | 2.500 | 0.760 | 0.926 | 0.954 |
| 36 | 45 | 1.550 | 2.000 | 0.700 | 0.923 | 0.952 |
| 37 | 45 | 1.600 | 1.650 | 0.620 | 0.884 | 0.921 |
| 38 | 45 | 1.650 | 1.550 | 0.660 | 0.924 | 0.947 |
| 39 | 45 | 1.700 | 2.550 | 0.820 | 0.839 | 0.880 |
| 40 | 45 | 1.750 | 1.150 | 0.620 | 0.853 | 0.890 |
| 41 | 45 | 1.800 | 1.150 | 0.560 | 0.891 | 0.920 |
| 42 | 45 | 1.850 | 1.050 | 0.560 | 0.912 | 0.929 |
| 43 | 45 | 1.900 | 1.300 | 0.660 | 0.879 | 0.913 |

【図 2 6】

| No. | θ [度] | n_2/n_1 | H/λ | W/L | η_{\min} | η_{\max} |
|-----|--------------|-----------|-------------|-------|---------------|---------------|
| 44 | 45 | 1.950 | 1.250 | 0.660 | 0.846 | 0.885 |
| 45 | 45 | 2.000 | 1.150 | 0.640 | 0.825 | 0.867 |
| 46 | 45 | 2.050 | 1.100 | 0.640 | 0.805 | 0.849 |
| 47 | 50 | 1.450 | 3.850 | 0.840 | 0.899 | 0.942 |
| 48 | 50 | 1.500 | 2.900 | 0.820 | 0.876 | 0.918 |
| 49 | 50 | 1.550 | 2.100 | 0.720 | 0.873 | 0.916 |
| 50 | 50 | 1.600 | 1.950 | 0.760 | 0.886 | 0.930 |
| 51 | 50 | 1.650 | 1.600 | 0.660 | 0.886 | 0.919 |
| 52 | 50 | 1.700 | 1.500 | 0.680 | 0.900 | 0.949 |
| 53 | 50 | 1.750 | 2.100 | 0.780 | 0.852 | 0.901 |
| 54 | 50 | 1.800 | 1.100 | 0.640 | 0.839 | 0.875 |
| 55 | 50 | 1.850 | 1.100 | 0.580 | 0.884 | 0.908 |
| 56 | 50 | 1.900 | 1.550 | 0.740 | 0.818 | 0.862 |
| 57 | 50 | 1.950 | 1.300 | 0.660 | 0.833 | 0.880 |
| 58 | 50 | 2.000 | 1.250 | 0.680 | 0.819 | 0.859 |
| 59 | 55 | 1.500 | 3.350 | 0.840 | 0.864 | 0.914 |
| 60 | 55 | 1.600 | 2.000 | 0.760 | 0.852 | 0.897 |
| 61 | 55 | 1.700 | 1.500 | 0.720 | 0.862 | 0.899 |
| 62 | 55 | 1.850 | 1.100 | 0.620 | 0.841 | 0.877 |

【図 2 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 T E 偏波モードにおける回折効率及び T M 偏波モードにおける回折効率をより一層高めることが可能な透過型回折光学素子を得ること。

【解決手段】 透過型回折光学素子 1 0 は、屈折率が n_2 の材料で形成され、屈折率が n_1 の媒質中に配置されている。透過型回折光学素子 1 0 の一方の境界面 1 0 a 側には、凸条 2 0 が周期 L にて多数配列されている。この凸条 2 0 は、その断面形状が高さ H 、幅 W の矩形となっている。透過型回折光学素子 1 0 の他方の境界面 1 0 b には反射防止層 3 0 が成膜されて設けられている。この透過型回折光学素子 1 0 は、一方の境界面 1 0 a 側から波長 λ の光 L_1 が入射角 θ で入射するときに、 $2 \times L / \lambda \times \sin \theta = 1$ 、及び、 $n_2 / n_1 \leq 3 \times \sin \theta$ を満たし、且つ、透過 1 次回折光 L_{31} の T E 偏波モードにおける回折効率及び T M 偏波モードにおける回折効率が 0.8 以上である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名 住友電気工業株式会社